

PROYECTO FINAL DE CARRERA

“APLICACIÓN DE LAS REGLAS DEL LLOYD’S REGISTER OF SHIPPING A LA CONSTRUCCIÓN DE UN YATE DE ACERO DE 45 m. LOA”



PFC-ETNPSV

FNB-UPC

Autora: Laia Vives Grau

Director: Pr. Vicente Sáenz Marín



ÍNDICE	PAG.
1. INTRODUCCIÓN	4
2. MOTIVACIONES	5
3. LAS SOCIEDADES DE CLASIFICACIÓN	6
3.1 DEFINICIÓN.....	6
3.1.1 ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE SOCIEDADES DE CLASIFICACIÓN (IACS).....	7
3.1.2 DOCUMENTACIÓN REQUERIDA PARA SOLICITAR PERMISO DE CONSTRUCCIÓN.....	8
3.2 HISTORIA DE LAS SOCIEDADES DE CLASIFICACIÓN.....	10
4. OBLIGATORIEDAD/VOLUNTARIEDAD DE LA CLASIFICACIÓN	14
5. EL PROCESO DE CLASIFICACIÓN DE UN BUQUE	16
6. ASIGNACIÓN DE LA “CLASE”	18
6.1 NOTACIONES DE CLASE (CASCO).....	19
6.1.1 NOTACIONES DE EMBARCACIONES DE GRAN VELOCIDAD Y DE POCO DESPLAZAMIENTO.....	19
6.1.2 NOTACIONES DE RESTRICCIÓN EN EL ÁREA DE SERVICIO.....	19
6.1.3 NOTACIONES DEL TIPO DE SERVICIO.....	20
6.1.4 NOTACIONES DEL TIPO DE EMBARCACIÓN.....	21
6.1.5 OTRAS NOTACIONES DE CASCO.....	21
6.2 NOTACIONES DE CLASE (MÁQUINAS).....	22
7. MANTENIMIENTO DE LA CLASIFICACIÓN DURANTE LA VIDA DEL BUQUE	24
8. ESTRUCTURA DE LAS REGLAS DE LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING	27
9. DESCRIPCIÓN DEL YATE OBJETO DEL PROYECTO	40
9.1 BUQUE VIUDES 45.....	40
9.2 ASTILLERO MONTY NORTH BARCELONA.....	42
9.2.1. INSTALACIONES MONTY NORTH.....	43



10. APLICACIÓN DE LAS REGLAS DE LLOYD'S AL CASO ELEGIDO	44
10.1 ESTRUCTURA	44
10.1.1. ESTRUCTURA DEL FONDO Y DEL DOBLE FONDO...	44
10.1.2. FORRO EXTERIOR DE LOS COSTADOS DEL BUQUE.....	60
10.1.3. MAMPAROS.....	75
10.1.4. CUBIERTAS.....	87
10.1.5. SUPERESTRUCTURAS.....	97
10.1.6. EXTREMOS DE PROA Y POPA.....	100
10.1.7. SALA DE MAQUINAS.....	130
10.1.8. TIMONES.....	134
10.1.9. ESTABILIZADORES.....	154
10.1.10. PRUEBAS Y ENSAYOS EN LA ESTRUCTURA.....	157
10.2 MAQUINARIA	161
10.2.1. PROPULSIÓN.....	161
10.2.2. SISTEMAS DE COMBUSTIBLE.....	179
10.2.3. SISTEMAS DE TRANSMISIÓN.....	193
10.2.4. EQUIPOS DE FONDEO Y AMARRE.....	221
10.2.5. SISTEMAS DE TUBERÍAS.....	231
10.2.6. SISTEMAS DE ACHIQUE Y DE DRENAJE.....	260
10.2.7. PLANTA DE PRESIÓN.....	266
10.2.8. SISTEMAS CONTRA INCENDIOS.....	276
10.2.9. SISTEMAS ELÉCTRICOS.....	316
10.2.10. PRUEBAS Y ENSAYOS EN MAQUINARIA.....	367
11. CONCLUSIONES	375
12. ÍNDICE DE ACRONIMOS	376
13. BIBLIOGRAFÍA	399
14. AGRADECIMIENTOS	400
15. ANEXOS	401

ANEXO I – REGLAS Y REGULACIONES PARA LA CLASIFICACIÓN DE EMBARCACIONES DE SERVICIO ESPECIAL, JULIO 2004



1. INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto final de carrera (PFC) se van a estudiar las Reglas y Regulaciones para la clasificación de embarcaciones de servicio especial de la Sociedad de Clasificación Lloyd's Register of Shipping para luego aplicarlas a un yate de recreo a motor de 45 metros de eslora, en construcción en los astilleros Montynorth ubicados en Barcelona. En ningún momento se pretende con este PFC desarrollar el cálculo estructural del buque de acuerdo con las Reglas del Lloyd's, sino simplemente desarrollar la metodología para la aplicación de las Reglas al caso estudiado

Para realizar el PFC, primero se tradujeron al español las "Reglas para la clasificación de embarcaciones de servicio especial" (Rules for the Classification of Special Service Craft) de la Lloyd's Register of Shipping con el fin de familiarizarme con dichas reglas y los términos técnicos marítimos usados. Paralelamente, me puse en contacto con los astilleros Montynorth con ayuda de mi director de proyecto para obtener información sobre el yate de estudio. Es necesario tanto fotografías como información sobre su estructura, diseño, sistemas de seguridad, etc. que puedan ser útiles para su clasificación. Una vez terminadas las dos tareas anteriores, se procederá a aplicar las Reglas correspondientes al yate de estudio para su posterior clasificación.

El PFC se estructurará en tres grandes partes: una primera eminentemente teórica, donde se introducirán conceptos como las Sociedades de Clasificación, proceso de clasificación o la asignación de Clase. También se introducirán brevemente las reglas utilizadas en este PFC. En la segunda parte se definirá el yate utilizado en este PFC, incluyendo el estudio del casco, sistemas de seguridad y otras características. En la tercera y última parte se procederá a la clasificación del yate utilizando las reglas aplicables en este caso.



2. MOTIVACIONES

La elección del tema del Proyecto de Final de Carrera no ha sido una tarea fácil, puedo decir que ha sido un proceso que ha durado toda la carrera, ya que al ir encontrando los diferentes temas que componen estos estudios me iba haciendo una idea de mis preferencias con lo que respecta al Proyecto.

Asignaturas como Proyectos o Construcción Naval fueron definiendo mis intereses en el extenso campo de la Ingeniería Técnica Naval, pero la asignatura de **Inspección de Embarcaciones de Recreo** me atrajo especialmente, ya que me permitió conocer el campo de la inspección, un tema en el que ya tenía interés antes de empezar la carrera. Posteriormente, la realización del posgrado **“Inspección de Soldadura”** y el haber podido conseguir un puesto de trabajo en una empresa de inspección, donde he podido ver desde dentro el trabajo que realiza un inspector, definitivamente definieron el ámbito de desarrollo del presente Proyecto.

El trabajo sobre la normativa de las Sociedades de Clasificación lo decidimos conjuntamente con mi Director del Proyecto. Al proponer algunos temas relacionados con la inspección nos decidimos por el presente ya que me pareció muy interesante tanto por la parte teórica, ya que se analizará la normativa que rige la clasificación de una embarcación de gran eslora y se conocerá el trabajo que desempeñan las Sociedades de Clasificación, como por la parte práctica, al poder aplicar todo lo aprendido a un caso real, un buque que está en construcción en el astillero de Monty North Barcelona, en el que nos basaremos en este trabajo, para ver la aplicación de las Reglas del Lloyd's Register of Shipping.



3. LAS SOCIEDADES DE CLASIFICACIÓN

3.1 Definición

En la Industria Naval, las Sociedades de Clasificación son organizaciones no gubernamentales o grupos de profesionales que desarrollan normativas que afectan al casco, la maquinaria y a los equipos de los buques, con el objetivo de promover la seguridad de vidas humanas y bienes (buques y plataformas offshore) así como la protección del entorno natural marino. Esto se consigue gracias al desarrollo de las Reglas de Clasificación, la confirmación de que el diseño de los buques cumple con dichas reglas, la inspección de los buques durante el periodo de construcción y las inspecciones periódicas para confirmar que los buques continúan cumpliendo dichas reglas.

Los buques o estructuras marinas se clasifican de acuerdo a su estado y a su diseño. Las Reglas de Clasificación se diseñan para asegurar un nivel óptimo de estabilidad, seguridad, impacto ambiental, etc.

Las Sociedades de Clasificación emplean inspectores de buques, inspectores de equipos marinos, técnicos eléctricos e ingenieros o arquitectos navales, normalmente localizados en puertos alrededor del mundo.

En particular, las Sociedades de Clasificación pueden estar autorizadas para inspeccionar buques y otras estructuras marinas y emitir certificados en nombre del Estado bajo cuya bandera estén registrados los buques.

La clasificación de un buque se basa en el entendimiento de que “el buque es cargado, operado y mantenido de una manera adecuada por una cualificada y competente tripulación o personal que lo opera”.

Todas las naciones requieren que los buques o estructuras marinas que naveguen bajo su bandera cumplan unos ciertos estándares; en la mayoría de los casos estos estándares se cumplen si el buque tiene el certificado de cumplimiento de un miembro de la Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación (IACS) u otra Sociedad de Clasificación aprobada.



La Clasificación consiste en el otorgamiento de una categoría (*Clase*), mediante el correspondiente Certificado que garantiza que el buque ha sido construido y está siendo mantenido de una forma segura para el servicio al que ha de dedicarse.

El papel de las Sociedades de Clasificación se puede resumir en los siguientes puntos:

- Determinar las reglas de construcción y de las instalaciones de los buques para asegurar la buena navegabilidad y la protección del pasaje y la carga.
- Determinar el estado de los buques construidos.
- Llevar a cabo inspecciones en astilleros de construcción y reparación.
- Asesorar a los armadores y aseguradoras sobre el estado de los buques.

3.1.1 Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación (IACS)

La Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación (IACS), con sede en Londres, representa a las diez Sociedades de Clasificación más importantes del mundo. IACS se fundó inicialmente con las siete sociedades líderes en 1968. Actualmente sus miembros son: Lloyd's Register (LR), American Bureau of Shipping (ABS), Det Norske Veritas (DNV), Bureau Veritas (BV), China Classification Society (CCS), Germanischer Lloyd's (GL), Korean Register of Shipping (KR), Nippon Kiazai Ngokai (NK), Registro Italiano Navale (R.I.N.A.) y Russian Maritime Register of Shipping (RS).

IACS es un órgano consultivo de la Organización Marítima Internacional (OMI), que depende de la ONU, y permanece como la única organización no gubernamental con título de observador que está autorizada a desarrollar y aplicar reglas.

La Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación (IACS), define así la clasificación:

“La clasificación de un buque comprende, como mínimo, el desarrollo y ejecución de las reglas y/o reglamentos relativos a:

- 1- La solidez estructural (y la estanqueidad integral, en su caso) de las partes esenciales del casco y sus apéndices.



2- La seguridad y fiabilidad de los sistemas de propulsión y gobierno, y de aquellos otros componentes y sistemas auxiliares de que van equipados los buques para el servicio al que pretenda dedicarlos su armador.

3.1.2 Documentación requerida para solicitar permiso de construcción

Previo al inicio del proceso de construcción de un buque es necesario someter a las Autoridades Marítimas toda una serie de documentos para su estudio y aprobación, con el fin de obtener el Permiso de Construcción los cuales básicamente son los recogidos en el **R.D. 1837: 2000 (ART. 21)**

DOCUMENTACIÓN REQUERIDA POR LA AA. MM.

1.- *ESPECIFICACIÓN DETALLADA DEL BUQUE*

2.- *PLANOS DE:*

- *FORMAS*
- *DISPOSICIÓN GENERAL*
- *CURVAS HIDROSTÁTICAS*
- *CURVAS TRANSV. DE ESTABILIDAD*
- *CUADERNO DE ESTABILIDAD*
- *CUADERNA MAESTRA*
- *SECCIONES TIPO PERFIL Y CUBIERTAS*
- *PLANOS C.I. Y REGLAMENTARIOS*
- *CÁLCULO RESISTENCIA LONGITUDINAL*

3.- *EQUIPOS RADIOELÉCTRICOS:*

- *SITUACIÓN DE APARATOS RADIOELÉCTRICOS*
- *TENDIDO PREVIO DE ANTENAS*
- *MEMORIA DE ELECTRICIDAD*
- *BALANCE ELÉCTRICO*



4.- PRESUPUESTO DEL BUQUE

Igualmente la Sociedad de Clasificación elegida libremente por el Armador, requiere en esta fase la entrega de los siguientes documentos, los cuales deben ser comentados / aprobados previo al inicio de la construcción:

DOCUMENTACIÓN REQUERIDA POR LA SS.CC.

- **TODO LO REQUERIDO POR LAS AA. MM. +**
- PLANO CONST. LÍNEA EJES Y HÉLICE
- ANCLAJES M. PRINCIPAL Y AUXILIARES
- BALANCE ELÉCTRICO Y DE VAPOR
- ARQUEO Y FRANCOBORDO
- ESQUEMAS DE SERVICIOS:
 - LUBRICACIÓN
 - REFRIGERACIÓN
 - CIRCULACIÓN
 - COMBUSTIBLE
 - AIRE COMPRIMIDO
 - VAPOR
 - AGUA ALIMENTACIÓN
 - LASTRE Y SENTINAS
 - C.I.
 - SANITARIO
 - AIREACIONES, SONDAS E IMBORNALES
 - CUADRO PRINCIPAL
 - ESQUEMA UNIFILAR DE FUERZA Y ALUMBRADO



3.2 Historia de las Sociedades de Clasificación.

La evolución de las embarcaciones ha ido íntimamente ligada a la evolución del ser humano. La necesidad de éste de expandirse y conocer lo que le rodea, a la par que el nacimiento del comercio internacional fruto de la necesidad de intercambiar mercancías, transportándolas de un puerto a otro, dio pie a la creación de embarcaciones cada vez más sofisticadas y rápidas, más preparadas para enfrentarse a un medio hostil como es el mar. Luego, a medida que los destinos eran más alejados del hogar, los navíos se fueron haciendo más grandes para poder llevarse consigo los víveres necesarios, y si el marino tenía suerte y sobrevivía al viaje, volver cargado de riquezas. Y por último, las guerras y conflictos crearon la necesidad de construir embarcaciones armadas, con configuraciones especiales para obtener la potencia de fuego óptima, a la vez que eran construidas con materiales o aleaciones especiales para soportar diferentes tipos de ataques.

Como hemos visto, la evolución de las embarcaciones ha respondido siempre a una necesidad. No obstante, esta evolución siempre ha sido de carácter estructural: Ver que se puede mejorar del navío para obtener una ventaja. Términos como comodidad o seguridad no estaban incluidos en el vocabulario de los diseñadores/construtores, ya que no eran una necesidad en la mar: El solo hecho de que la embarcación nueva llegara más lejos, fuera más resistente o rápida, era ya un éxito.

Una vez que el mundo estuvo totalmente conectado por mar, los armadores empezaron a darse cuenta que aparte de mejores naves necesitaban más fiabilidad, ya que todo inconveniente acarrearía pérdidas económicas. Es decir, ya no bastaba con una embarcación que pudiera ir de un punto A a otro B, sino que debía hacerlo de la forma más segura y eficiente posible. Entonces, el armador necesitaba saber las condiciones en que se encontraba un barco antes de fletarlo, y para eso empezaron a crearse las primeras listas de clasificación de embarcaciones en Londres, con una primitiva Clasificación donde se podía saber



si el barco estaba en perfectas condiciones, tenía algún desperfecto o fletarlo era realmente un riesgo.

Los Coffee houses o cafeterías eran una institución londinense del siglo XVII. De los aproximadamente 300 que existían, la mayoría tenía una clientela específica, por ejemplo: para los poetas y letrados era el área de Bedford y Covent Garden, para los médicos estaba el Child's cerca de St. Paul's y para los comerciantes eran los ubicados en las pequeñas calles cercanas al Royal Exchange.

Edward Lloyd's abrió su café en la década de 1680, cerca de la Torre de Londres. Al estar cerca del río, pasó a ser lugar de reuniones de capitanes y de gente relacionada con los buques y sus cargas. En ese entonces no había compañías de seguro como se conocen hoy en día. La práctica era que los "underwriters" llamados así porque firmaban en la parte de debajo de las pólizas, garantizaban aquellas aventuras comerciales en bases individuales. El café de E. Lloyd's llegó a ser conocido como el mejor lugar para que un armador encontrara a un underwriter (asegurador) y Edward Lloyd fue muy hábil en incentivar esa costumbre.

En 1760 un grupo de aseguradores marítimos, parroquianos regulares del café Edward Lloyd, formaron un comité para producir un "Registro de Buques" (El Registro Marítimo del Lloyd's Register of Shipping).

La creación de la Sociedad de Clasificación fue por tanto el resultado de una necesidad por parte de los Aseguradores, de establecer una base para asumir un riesgo razonable en relación al buque o su carga.

También los propietarios de las cargas querían saber que los buques en que viajaban sus cargas eran seguros y apropiados para el viaje propuesto, mientras que el Armador que compraba un buque nuevo o usado, quería garantías para su inversión.

La clasificación de buques como una ayuda a los seguros fue el concepto que impulsó el establecimiento de las Sociedades de Clasificación.



Su nombre proviene de que en aquellos días, se clasificaban los buques en categorías, en función de su estado general, así a la condición del casco le fue asignada las letras A, E, I, O ó U, de acuerdo con la calidad de la construcción; al equipo le fue asignado las letras G (Bueno), Middling (Medio) y B (Mala) de manera que se indicaba claramente a los aseguradores si el riesgo era alto, medio o bajo y así resultaban las primas del seguro.

Entre los objetivos de las Sociedades de Clasificación cabe destacar como objetivo principal: “establecer, mantener y aplicar estándares adecuados de diseño, construcción y mantenimiento de buques para mejorar la seguridad de vidas, bienes y el medio marino”.

Poco a poco, el sistema de Clasificación empezó a volverse más complejo y estricto. En consecuencia, los buques debían ser construidos de tal forma que cumplieren los requisitos de la entidad clasificadora, de lo contrario tenían menos posibilidades de ser fletados. Esto forzó a los constructores a incorporar tanto nuevos sistemas de seguridad como nuevos diseños para asegurar el buen funcionamiento del buque en la mar. Como consecuencia, los buques se fueron haciendo más seguros a medida que las Reglas clasificadoras se hacían más estrictas.

Curiosamente, al provenir de una iniciativa privada, los armadores no estaban obligados a cumplir las Reglas clasificadoras. Aún así, y como hemos comentado anteriormente, la necesidad de demostrar la viabilidad del buque llevó a la mayoría de los armadores a llevar a cabo el proceso de clasificación. Actualmente existen normas gubernamentales para asegurar la seguridad en el buque que deben ser cumplidas obligatoriamente pero a causa de la generalidad en algunos aspectos no han conseguido sustituir a las Reglas de las entidades clasificadoras, que aún actualmente siguen ejerciendo el papel de garantía para fletar el buque.

Lloyd's Register es miembro de la Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación (IACS), a la cual pertenecen las diez Sociedades de Clasificación más importantes del mundo.



Aplicación de las reglas del Lloyd's Register of Shipping a la construcción de un yate de acero de 45 m. LOA

Actualmente existen más de 50 organizaciones de clasificación marítima en el mundo, siendo las tres principales la británica Lloyd's Register, la noruega Det Norske Veritas y la estadounidense American Bureau of Shipping.



4. OBLIGATORIEDAD/ VOLUNTARIEDAD DE LA CLASIFICACIÓN

La Clase que se otorga a un buque ofrece una garantía de seguridad y calidad, ya que, a través de una organización externa (las Sociedades de Clasificación), se ha pasado satisfactoriamente por un seguido de pruebas exhaustivas ya sea en el proceso de construcción como durante su vida útil. Sorprendentemente, la obtención de un certificado de clasificación no es de carácter obligatorio. Este hecho no quiere decir que los buques no deban pasar por unas inspecciones obligatorias establecidas por los Estados, pero se deja a elección del armador la opción de obtener una Clase. Para entender esta situación, hay que enmarcarla dentro del contexto histórico. Las Sociedades de Clasificación aparecieron de la necesidad de los armadores para poder demostrar que su navío era viable, y por otro lado, para que los aseguradores conocieran el estado del buque que estaban asegurando. Para ello las sociedades asignaban un código al navío, que más tarde sería conocido como Clase. Aunque al principio los requisitos y normas eran más bien simples, estas fueron haciéndose más estrictas, llegando a tal punto que las Sociedades de Clasificación eran los únicos organismos capaces de evaluar la construcción y mantenimiento de un buque. Cabe recalcar que hasta ahora solo hablamos de sociedades privadas sin ningún vínculo con los Estados. Estos, más adelante, al tomar conciencia de la necesidad de una regulación en cuanto a seguridad marítima, establecerían unos estándares que deben cumplir todos los buques inscritos bajo la bandera del Estado. Aún y así, la evaluación exhaustiva del buque en términos de calidad y seguridad ha recaído en las Sociedades de Clasificación.

Puede ser que el armador no tenga la obligación de clasificar su buque, pero la clasificación de buques por parte de Sociedades de Clasificación debidamente reconocidas por el estado contribuye de manera significativa a mejorar la seguridad de las embarcaciones y resulta una herramienta muy útil por todas las partes involucradas. En primer lugar, las Sociedades de Clasificación asisten a la Autoridad Marítima en su función de fiscalización aportando de forma regular una evaluación profesional experimentada e imparcial, lo que contribuye a preservar el valor supremo de la seguridad de la vida humana en la mar y la preservación del



medio ambiente. La clasificación beneficia también a los armadores, propietarios, compañías de seguros, trabajadores, etc. al implicar una sana prevención en materia de seguridad y preservación patrimonial. Por otro lado, también implica una revalorización y reconocimiento del trabajo de ingenieros y técnicos debidamente matriculados al país, que son los únicos habilitados legalmente para el ejercicio de su profesión conforme al marco regulatorio que les resulta aplicable, defendiendo así el trabajo de los profesionales locales frente a la incursión de profesionales extranjeros no registrados ni domiciliados en el País.



5. EL PROCESO DE CLASIFICACIÓN DE UN BUQUE

Durante toda la vida del buque es necesaria su clasificación para otorgarle una Clase en el momento de la puesta en servicio, para asegurar el correcto proceso de construcción, así como las siguientes inspecciones durante toda su vida útil, para comprobar el correcto funcionamiento y asegurar la salvaguarda de sus tripulantes. Para tal fin, uno se tiene que dirigir a las Sociedades de Clasificación. Aunque existen varias sociedades con sus propios reglamentos y estándares, por norma general estos poseen analogías evidentes.

En la primera fase de construcción del buque, el astillero debe contratar a la sociedad clasificadora que le convenga, siempre con el acuerdo del armador. Además, esta sociedad clasificadora debe estar reconocida por el Estado donde se ubique el astillero para otorgar validez a la aprobación del proyecto, su seguimiento y el control de la ejecución del proyecto. Finalizada la construcción, entregado el buque y emitidos los certificados correspondientes la sociedad clasificadora recibirá los honorarios convenidos. A partir de este momento, será el armador quien contratará los servicios de la sociedad, que puede ser la misma u otra distinta, para realizar las inspecciones periódicas para mantener la Clase obtenida.

Como se ha comentado anteriormente, el proceso de clasificación de un buque es parecido entre las diferentes sociedades clasificación. En las reglas de clasificación de Lloyd's Register, las cuales estamos estudiando en el presente Proyecto, se tienen que cumplir los siguientes requisitos para la correcta clasificación del buque:

- Antes del comienzo de la construcción del buque se tienen que presentar todos los planos constructivos y todos los datos pertinentes al casco, equipo y maquinaria que se detallan en su Reglamento, y deben ser sometidos a la aprobación por parte de la Comisión. Las posteriores modificaciones de escantillonados, distribuciones u equipos que se muestren en los planos aprobados también tendrán que ser presentados para su aprobación.



- Se requerirán pruebas especiales o exámenes antes y durante el servicio cuando la construcción propuesta de cualquier parte del casco o maquinaria incluya un material no usual o de nuevo diseño, o donde la experiencia en opinión de la Comisión no justifique suficientemente el principio o modo de aplicación involucrado.
- Los materiales que se vayan a utilizar en la construcción del casco y de la maquinaria han de ser de buena calidad y estar libres de defectos y tienen que cumplir con los requisitos del Reglamento.
- El inspector debe tener la certeza que la habilidad, organización e instalaciones del constructor son tales como para poder alcanzar los estándares aceptables tanto para la instalación de la maquinaria, material eléctrico y equipos de control.
- Cuando se pretende construir una nueva embarcación destinada a clasificación esta deberá construirse bajo una inspección especial de Lloyd's Register. Los inspectores han de tener la convicción de que los materiales, la mano de obra y los dispositivos están en concordancia con las reglas. Con este fin Lloyd's Register examinará los métodos de inspección y examen para la construcción del casco incluyendo procedimientos que impliquen la gestión del astillero, organización y sistemas de calidad.
- Cuando la maquinaria se construya bajo inspección especial de Lloyd's Register esta inspección debe llevarse a cabo desde el comienzo de la construcción hasta las pruebas finales bajo condiciones de funcionamiento. Todos los elementos que no se encuentren en conformidad con el Reglamento aprobado, o los planos, o cualquier material, mano de obra u disposición que se consideren no satisfactorios, se tendrán que rectificar.
- Una vez terminada la embarcación, se tendrá que examinar a flote y las pruebas han de llevarse a cabo tal como se especifica en el Reglamento.





6. ASIGNACIÓN DE “LA CLASE”

A todas las embarcaciones, cuando se clasifican, se les asignará un carácter de clasificación que comprende uno o más símbolos según el caso.

La embarcación objeto de este trabajo será clasificada para la navegación sin restricciones con la siguiente notación de Clase: +100 A1 SSC Yacht Mono G6 MCH.

Una lista completa de símbolos de carácter por el que una embarcación puede ser elegible es la siguiente:

.  Esta marca distintiva se asignará, en el momento de la clasificación, a las nuevas embarcaciones construidas bajo una inspección especial de LR, de conformidad con el Reglamento, y bajo el consentimiento del Comité.

.  Esta marca distintiva se asignará, en el momento de la clasificación, a las nuevas embarcaciones construidas en virtud de la inspección especial de LR, de conformidad con los planos aprobados por otra Sociedad de Clasificación reconocida.

. **100** Este carácter se asignará a todas las embarcaciones consideradas aptas para la navegación marítima excepto aquellas pertenecientes al Grupo de Servicio 1.

. **A** Esta letra se le asignará a todas las embarcaciones que se han construido o aceptado en una Clase de conformidad con las Normas y el Reglamento de LR, y que se mantienen en unas condiciones buenas y eficientes.

. **1** Este carácter se asignará a:

(a) Las embarcaciones que tengan a bordo, en condiciones buenas y eficientes, el equipo de fondeo y/o amarre de conformidad con las Normas.

(b) Las embarcaciones clasificadas para un servicio específico, teniendo a bordo, en condiciones buenas y eficientes, el equipo de fondeo y/o amarre homologados por el Comité como adecuado y suficiente para un servicio particular.



- . **N** Esta letra será asignada a las embarcaciones en las que el Comité ha acordado que el equipo de fondeo y amarre no necesita ser instalado en vista de su servicio particular.
- . **T** Esta letra será asignada a los buques que están diseñados para realizar su función principal de servicio mientras están fondeando, amarrados, remolcados o unidos, y que tienen, en una condición buena y eficiente, unos equipos adecuados de anclaje, amarre, remolque o de unión que hayan sido aprobados por el Comité como adecuados y suficientes para el servicio.
- . **SSC** Estas letras serán asignadas a las embarcaciones indicando que la embarcación ha sido construida o aceptada en una Clase sobre la base del Reglamento.

6.1 Notaciones de Clase (casco)

6.1.1. Notaciones de embarcaciones de gran velocidad y de poco desplazamiento

HSC Esta notación de Clase se dará a embarcaciones de gran velocidad.

LDC Esta notación de Clase se asignará a las embarcaciones de poco desplazamiento.

6.1.2. Notaciones de restricción en el área de servicio

- . **G1** Grupo de Servicio 1. Cubre a las embarcaciones destinadas al servicio en aguas protegidas adyacentes a bancos de arena, estuarios u otros servicios costeros y en aguas protegidas similares entre islas con buen tiempo y en donde la distancia hacia un refugio sea, en general, de 5 millas o menos. Las embarcaciones en este grupo no son elegibles para la asignación del número 100.
- . **G2** Grupo de Servicio 2. Cubre a las embarcaciones destinadas al servicio en buen tiempo, en aguas donde la distancia a un refugio sea de 20 millas náuticas o menos.
- . **G3** Grupo de Servicio 3. Cubre a las embarcaciones destinadas al servicio en aguas donde la distancia es de 150 millas náuticas o menos.



- . **G4** Grupo de Servicio 4. Cubre a las embarcaciones destinadas al servicio en aguas donde la distancia a un refugio es de 250 millas náuticas o menos.
- . **G5** Grupo de Servicio 5. Cubre a las embarcaciones destinadas al servicio en aguas donde la distancia a un refugio es de 350 millas náuticas o menos.
- . **G6** Grupo de Servicio 6. Abarca todas las embarcaciones que tienen servicio sin restricciones.

6.1.3 Notaciones del tipo de servicio

Carga(A) Esta notación se asignará a las embarcaciones de carga que no sean embarcaciones de Carga(B).

Carga(B) Esta notación se asigna a buques de carga no asistidos de alta velocidad de 500 toneladas de arqueado bruto o más y que no pasen, en el curso de su viaje, más de 8 horas a la velocidad de crucero hasta un lugar de refugio cuando estén totalmente cargados.

Pasajeros Esta notación se asignará a buques de pasajeros distintos de los buques de pasajeros(A) o de los buques de pasajeros(B).

Pasajeros(A) Esta notación se asignará a buques asistidos de alta velocidad que lleven no más de 450 pasajeros a bordo y que, navegando a su velocidad operacional, no esté a más de 4 horas de un refugio, cuando el buque esté totalmente cargado.

Pasajeros(B) Esta notación se asignará a embarcaciones no asistidas de alta velocidad que pueden llevar más de 450 pasajeros a bordo y que, navegando a su velocidad operacional, no estén a más de 4 horas de un refugio, cuando el buque esté totalmente cargado.

Patrulla Esta notación será asignada a las embarcaciones patrulla que cumplan con los requisitos pertinentes del Reglamento.

Práctico Esta notación se asignará a las lanchas del práctico que cumplan con los requisitos pertinentes del Reglamento.



Yate(P) Esta notación se le asignará a todos los yates construidos de conformidad con el punto 1.1.12, junto con la Parte 17 del Reglamento de tal manera que la subdivisión y los sistemas de protección, detección y extinción de incendios, está en consonancia con los requerimientos del Convenio SOLAS de 1974, para buques de pasaje que no transporten a más de 36 pasajeros.

Yate Esta notación se asignará a los yates que no sean asignados Yate(P).

Buque de trabajos Esta notación se asignará a barcos de trabajos que cumplan con los requisitos pertinentes del Reglamento.

6.1.4. Notaciones del tipo de embarcación

ACV Esta notación se asignará a vehículos anfibios con colchón de aire

Catamarán Esta notación se asignará a catamaranes incluidos "wavepiercers".

Hidroplaneador Esta notación se asignará a embarcaciones hidroplaneadoras.

Mono Esta notación se asignará a las embarcaciones monocasco que no sean vehículos anfibios con colchón de aire, hidroplaneadores y botes inflables rígidos.

Multi Esta notación se asignará a embarcaciones multicasco que no sean catamaranes, SWATH y embarcaciones de efecto superficie.

RIB Esta notación se asignará a botes inflables rígidos.

SES Esta notación se asignará a buques de efecto superficie.

Swath Esta notación se le asignará a embarcaciones de dos cascos con una pequeña zona planeadora.

En caso de que las embarcaciones indicadas anteriormente sean asistidas por alas las letras (**FA**) se adjuntarán a la notación del tipo de embarcación.

6.1.5. Otras notaciones de casco

Notación de Clase hielo Una notación de Clase para la navegación en el primer año en condiciones de hielo.




***IWS** Esta notación (inspección en el agua) puede ser asignada a una embarcación cuando se cumplen los requisitos aplicables de las Normas y Reglamentos.


Notación de servicios especiales Una notación de servicio especial se inscribirá se inscribirá en el Libro de Registro indicando que la embarcación ha sido diseñada, modificada o preparada para servicios especiales distintos de los que implica el tipo de notación.

Notación de características especiales Una indicación que indica que la embarcación incorpora características especiales que afectan significativamente al diseño, por ejemplo, cubiertas móviles.

LI Esta notación se asignará cuando un medio aprobado de carga se haya instalado como un requerimiento de clasificación.

6.2 Notaciones de Clase (máquinas)

 **LMC** Esta notación se asignará cuando la maquinaria propulsiva y auxiliar esencial se ha construido, instalado y probado bajo una inspección especial de LR y de conformidad con el Reglamento.

 **LMC** Esta notación se asignará cuando la maquinaria propulsiva y auxiliar esencial se ha construido bajo la supervisión de una autoridad reconocida de conformidad con Reglas y reglamentos equivalentes a los de LR. Además, el conjunto de la maquinaria se requerirá que se haya instalado y probado en una inspección especial de LR de acuerdo con el Reglamento.

LMC Esta notación se asignará cuando la maquinaria propulsiva y auxiliar esencial haya sido instalada y probada bajo una inspección especial de LR y de conformidad con el Reglamento.

UMS Esta notación se asignará cuando el equipo de ingeniería de control haya sido preparado, instalado y probado de conformidad con el Reglamento de LR, o



equivalente, y los mecanismos sean tales que la embarcación puede ser operada con las salas de máquinas desatendidas.

CCS Esta notación se asignará cuando los mecanismos sean tales para que la máquina pueda ser operada con una continua supervisión desde una estación de control centralizada.

SCM Vigilancia del estado del eje de la hélice. Esta notación se asigna cuando han sido colocados los mecanismos de aceite lubricante para el eje de la hélice con sellos de aceite homologados y se cumplen los requisitos del Capítulo 3,11.3 del Reglamento.



7. MANTENIMIENTO DE LA CLASIFICACIÓN DURANTE LA VIDA DEL BUQUE

Una vez conseguida la clasificación, los buques son sujetos a inspecciones durante su vida útil para continuar en Clase. Estas inspecciones incluyen:

- Renovación de Clase (CLASS RENEWAL OR SPECIAL SURVEY)
- Inspecciones intermedias (INTERMEDIATE SURVEY)
- Inspecciones anuales (ANNUAL SURVEY)
- Inspecciones de Fondo/Dique del casco (BOTTOM/DOCKING SURVEY OF THE HULL)

También se incluyen inspecciones a:

- Ejes de cola
- Calderas
- Maquinaria

Las Normas estudiadas en este PFC también prevén las inspecciones periódicas para mantener la Clase. Esta información está recogida dentro del punto 4.8 y 4.9 de dichas Reglas. En el punto 4.8, titulado “Aviso de las inspecciones”, se describe el protocolo que seguirá LR para avisar al propietario del buque de las inspecciones a realizar. Se deja bien claro que es responsabilidad del propietario que se lleven a cabo todas las inspecciones necesarias para mantener la Clase. Por su parte, LR realizará los avisos mediante cartas o impresos trimestrales. Aún así, las Reglas destacan que el hecho de no recibir los avisos no exime al propietario de su responsabilidad de cumplir los requerimientos de la inspección.

En el punto 4.9, titulado “Retiro / Suspensión de clases”, se prevén las situaciones en que la Clase de un buque será suspendida o retirada por el Comité. Estas situaciones pueden ser:

- A petición del propietario, aunque cumpla todos os requisitos para obtener la Clase.
- Cuando no se cumplen los requisitos en lo que respecta a las inspecciones.



- La no realización de la inspección anual o intermedia en el plazo de 3 meses después de la fecha de vencimiento de la inspección.
- Cuando se comprueba que el propietario no ha cumplido con las Reglas citadas en el Reglamento.
- Cuando cualquier embarcación salga con menos francobordo que el aprobado por el comité o cuando las marcas de francobordo más altas que la posición asignada.
- Cuando se compruebe que la embarcación está siendo operada de forma distinta que la establecida por la clasificación.

Aún estando clasificado puede darse que el buque no cumpla con los estándares. Estos tipos de buques son llamados buques Sub-estándar. Según el IMO (International Maritime Organization) la definición de un buque sub-estándar es:

“Un buque cuyo casco, maquinaria, equipo o seguridad operacional está sustancialmente por debajo de los estándares requeridos por las convenciones relevantes o cuya tripulación no está de acuerdo con el documento de tripulación.”



Imagen 7.1 Accidente de buque sub-estándar



Los buques Sub-estándar no lo son por accidente o como único resultado del paso del tiempo. ¡Es una decisión comercial por alguien, en algún sitio! Separar CONDICION de MANAGEMENT es artificial y engañoso.

Iniciativas y medidas adoptadas por las Sociedades de Clasificación

- La eliminación de los buques subestándar, es uno de los principales objetivos
- Creación de la figura de Technical Performance Managers a nivel global
- Lista de Buques Objetivo mensual (Target Ship List)
- Creación de un Registro de Buques en riesgo (At Risk Register)
- Inspecciones no programadas (US)
- Guías de bolsillo
- Seminarios de Formación y Concienciación
- Visitas de los CRM a los Armadores / Classification Newsletters / Seminarios de formación a Clientes
- Utilización de la PR17 (IACS)
- Creación en el HUB de un Micro-site
- Actualización continua de los Procedimientos de Inspección
- Inspecciones "Walk-Through"



8. ESTRUCTURA DE LAS REGLAS DEL LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING

8.1 Introducción

Las reglas de clasificación estudiadas en el presente Proyecto abarcan embarcaciones especiales y yates de más de 24 metros de eslora. Por consiguiente, los diferentes apartados de estas reglas de clasificación pueden ser tanto de carácter general, válidos para las embarcaciones anteriormente mencionadas, o de carácter específico, con normativas especiales para cada caso en concreto.

Para poder aplicar este Reglamento, las embarcaciones tienen que estar construidas en acero, aluminio, materiales compuestos o combinaciones de los anteriores. Los tipos de embarcaciones a los que aplican las reglas son:

- Embarcaciones de gran velocidad.
- Embarcaciones de poco desplazamiento.
- Barcos multicasco.
- Yates con eslora total de 24 metros o más.
- Embarcaciones con un porcentaje entre calado y profundidad igual o inferior a 0,55.

Además, existen otros tipos de embarcaciones a los que puede aplicar este Reglamento previa solicitud:

- Vehículos anfibios con colchón de aire.
- Botes rígidos inflables.
- Hidroplanos.
- Embarcaciones hidroalas.
- Embarcaciones como las descritas en el punto anterior construidas en madera o combinación de madera con materiales compuestos.
- Otras embarcaciones construidas de materiales compuestos.
- Embarcaciones con una eslora de Regla de menos de 24 metros y con un porcentaje entre calado y profundidad superior a 0,55.



El Reglamento se divide en 17 partes, las cuales se subdividen en capítulos y estos en secciones. Ahora procederemos a la descripción detallada de cada parte.

8.2 Estructura de las Reglas

Parte 1: Regulaciones

Como indica el título, esta Parte recoge diferentes regulaciones de carácter general que deben ser válidas para la correcta aplicación de las Reglas. Consta de 5 Capítulos:

Capítulo 1 - Requisitos generales

En el primer Capítulo hay una pequeña introducción sobre Lloyd's Register y las funciones que desempeña en la clasificación de los buques, así como de la composición del Comité, sus competencias y las áreas donde están establecidos

Capítulo 2 - Reglamentos de clasificación

En este Capítulo se presentan las condiciones generales que un buque debe cumplir para su clasificación, las limitaciones de las reglas, los tipos de buques a que aplica la presente clasificación y las notaciones de Clase a que pueden optar los buques. Además, se ofrecen unas pautas a seguir para realizar las inspecciones usando estas reglas de clasificación.

Capítulo 3 - Regulaciones de las inspecciones periódicas para embarcaciones de servicio

Hay una definición de los períodos de estas inspecciones, y se detallan las inspecciones anuales, inspecciones intermedias, inspecciones en el muelle y a flote, inspecciones especiales, inspecciones de la maquinaria, de turbinas de gas, de los motores, equipo eléctrico, hélices y sus componentes y al final del Capítulo hace referencia a la clasificación de las embarcaciones no construidas bajo inspección.

Capítulo 4 - Regulaciones de las inspecciones periódicas para yates



Sigue la misma estructura que el Capítulo anterior pero, en este caso, centrándose en los yates.

Capítulo 5 - Regulaciones de las inspecciones periódicas para vehículos anfibios con colchón de aire

Lo mismo para vehículos anfibios con colchón de aire.

Parte 3: Requisitos generales y disposiciones de construcción

En esta Parte se especifican los requisitos de construcción que deben cumplir los buques. Cubre desde el diseño y tolerancias de construcción hasta equipos de anclaje y amarre, pasando por otros equipos tales como sistemas de control del buque. Consta de 5 Capítulos:

Capítulo 1 - Regulaciones generales

En este Capítulo de regulaciones generales se establecen las características estructurales del buque a estudiar (Secciones 1 a 4), así como la información necesaria a presentar (Sección 5), una relación de las definiciones que se utilizan en las Reglas (Sección 6), los requisitos mínimos de inspección que se deben cumplir (Sección 7) y por último una guía de tolerancias de construcción y las correspondientes reparaciones en caso de no estar dentro del rango establecido (Sección 8).

Capítulo 2 - Diseño de la embarcación

Este Capítulo ilustra los principios generales que deben adoptarse en la aplicación de los requisitos estructurales que se proporcionan en las siguientes Partes. En particular, se tiene que en cuenta la disposición del Reglamento en lo que respecta a las diferentes regiones de la embarcación, los principios para escantillonados, las conicidades del casco, la definición para el punto de medición, la obtención del módulo de la sección y diseño básico de la carga para las estructuras de cubierta, así como la subdivisión de la embarcación.

Capítulo 3 - Sistemas de control



El presente Capítulo se aplica a todas las embarcaciones cubiertas por el Reglamento y en él se detallan los requisitos para toberas, timones, aparatos de gobierno, estructura para las unidades de impulso de proa y popa y estructura estabilizadora.

Capítulo 4 - Dispositivos de cierre y equipos

El Capítulo 4 hace referencia la normativa que deben cumplir los dispositivos y equipos de cierre en embarcaciones mono-casco y multicasco de acero, aluminio o materiales compuestos, (aberturas en mamparos, ventanas, escotillas, etc.)

Capítulo 5 - Equipos de anclaje y amarre

En esta Parte del Reglamento se hace referencia al número de equipo de la embarcación y se dan pautas para calcularlo, a partir de él se da toda la información relacionada con el equipo de anclaje y amarre, ya sean anclas, cabos de amarre, molinetes,...

Parte 4: Requisitos adicionales para yates

Esta Parte del Reglamento contiene los requisitos particulares para la construcción y clasificación de embarcaciones de recreo con una eslora total, LOA, de 24 m o más cuando estos difieren de los requisitos generales indicados en todas las otras Partes. Consta de 3 Capítulos:

Capítulo 1 - Regulaciones generales

Este Capítulo está dividido en dos Partes: la primera es una guía que indica en que parte del Reglamento buscar las regulaciones generales que aplican a los yates, y la segunda son nuevas definiciones para este caso.

Capítulo 2 - Todos los yates

En este Capítulo encontraremos las regulaciones específicas que solo aplican a los yates.

Capítulo 3 - Consideraciones especiales para yates de vela

Tal como indica el título, en este Capítulo se recogen las regulaciones específicas que solo aplican a yates de vela.



Parte 5: Criterios de diseño y carga

En esta Parte se proporcionan unos criterios de diseño y carga para permitir al constructor/diseñador comprobar la resistencia global del casco contra los modos de fallos que impliquen graves deformaciones. Consta de 5 Capítulos:

Capítulo 1 – Generalidades

En este Capítulo se subraya la necesidad de asignar un modo operativo al buque para luego asignar un criterio de diseño y carga y se discuten aspectos sobre los cálculos directos y los modelos experimentales utilizados.

Capítulo 2 - Cargas locales de diseño

Este Capítulo contiene la información relativa a la obtención de los criterios de carga que se van a utilizar para el cómputo de los criterios locales de diseño en los Capítulos 3 y 4.

Capítulo 3 - Criterio de diseño local para embarcaciones que operan en modo de no desplazamiento

El criterio de diseño que se da en este Capítulo es aplicable a las embarcaciones que operan en el modo de no desplazamiento, y se tiene que utilizar en unión con los criterios de carga que figuran en el Capítulo 2 junto con la fórmula de la resistencia dada en las Partes 6, 7 y 8 para determinar los escantillonados en embarcaciones de acero, aleación de aluminio y materiales compuestos, respectivamente.

Capítulo 4 - Criterios de diseño local para embarcaciones que operan en modo de desplazamiento

El criterio de diseño dado en este Capítulo es aplicable para todas las embarcaciones que operan en el modo de desplazamiento, y se tiene que utilizar en unión con los criterios de carga que figuran en el Capítulo 2 junto con la fórmula de la resistencia dada en las Partes 6, 7 y 8 para determinar los escantillonados en embarcaciones de acero, aleación de aluminio y materiales compuestos, respectivamente.



Capítulo 5 - Criterios de diseño y carga global

Los criterios de carga global y de diseño que se detallan en este Capítulo se tienen que utilizar en unión con las Partes 6, 7 y 8 para determinar los requisitos de resistencia global del casco en embarcaciones de acero, aleación de aluminio y materiales compuestos, respectivamente.

Parte 6: Construcción del casco en acero

En esta Parte se establecen los requisitos necesarios para la construcción de cascos en acero para embarcaciones monocasco y multicasco. Se cubren procedimientos, cálculos de escantillado y características especiales. Consta de 7 Capítulos:

Capítulo 1 – Generalidades

En este Capítulo se presenta información de carácter general sobre las reglas de Lloyd's para la construcción del casco en acero, tales como el ámbito de actuación de estas, documentos a presentar, aclaraciones o excepciones.

Capítulo 2 - Procedimientos de construcción

Este Capítulo contiene los requisitos generales del Reglamento para la construcción de embarcaciones de acero mediante procesos de soldadura con arco eléctrico para embarcaciones mono casco y multicasco de acero.

Capítulo 3 - Determinación del escantillado para embarcaciones mono casco

Este Capítulo contiene métodos y formulas para determinar el escantillado de embarcaciones mono casco.

Capítulo 4 - Determinación del escantillado para embarcaciones multicasco

Este Capítulo contiene métodos y formulas para determinar el escantillado de embarcaciones multicasco.

Capítulo 5 - Características especiales



En este Capítulo se explican los requisitos que se deben cumplir para elementos especiales del casco, tanto para embarcaciones monocasco como multicasco.

Capítulo 6 - Resistencia de la viga del casco como viga

Los requisitos para la resistencia global longitudinal y transversal para embarcaciones mono-casco y multicasco de acero están contenidos en este Capítulo.

Capítulo 7 - Control de modos de fallo

Las disposiciones del presente Capítulo son aplicables a embarcaciones mono casco y multicasco de acero. El criterio de los modos de fallo contenidos dentro de este Capítulo tiene que utilizarse en la fórmula de los Capítulos precedentes para determinar los requisitos de los escantillonados.

Parte 7: Construcción del casco en aluminio

Consta de 7 Capítulos:

Capítulo 1 – Generalidades

En este Capítulo se presenta información de carácter general sobre las reglas de Lloyd's para la construcción del casco en aluminio, tales como el ámbito de actuación de estas, documentos a presentar, aclaraciones o excepciones.

Capítulo 2 - Procedimientos de construcción

Los requisitos del presente Capítulo son aplicables a las embarcaciones mono casco y multicasco de aluminio, este Capítulo contiene los requisitos generales de las Reglas para la construcción de embarcaciones de aluminio utilizando los procesos de soldadura por arco con gas inerte (MIG) soldadura por arco con gas inerte y electrodo de tungsteno (TIG).

Capítulo 3 - Determinación del escantillonado para embarcaciones mono casco

Las disposiciones del presente Capítulo son aplicables a las embarcaciones mono casco de aluminio, este capítulo contiene fórmulas que tienen que utilizarse en



unión con las cargas de diseño de la Parte 5 para determinar los requisitos del escantillonado.

Capítulo 4 - Determinación del escantillonado para embarcaciones multicasco

Las disposiciones del presente Capítulo son aplicables a embarcaciones multicasco de aluminio, este capítulo contiene fórmulas que tienen que utilizarse en unión con las cargas de diseño de la Parte 5 para determinar los requisitos del escantillonado.

Capítulo 5 - Características especiales

En este Capítulo se explican los requisitos que se deben cumplir para elementos especiales del casco, tanto para embarcaciones monocasco como multicasco.

Capítulo 6 - Resistencia de la viga del casco como viga

Los requisitos para la resistencia global longitudinal y transversal para las embarcaciones mono casco y multicasco de aluminio están contenidos en este Capítulo.

Capítulo 7 - Control de modos de fallo

El criterio de los modos de fallo contenido en este Capítulo tiene que utilizarse junto con las formulas de los Capítulos anteriores para determinar los requisitos del escantillonado.

Parte 8: Construcción del casco en materiales compuestos

Consta de 7 Capítulos:

Capítulo 1 – Generalidades

En este Capítulo se presenta información de carácter general sobre las Reglas de Lloyd's para la construcción del casco en materiales compuestos, tales como el ámbito de actuación de estas, documentos a presentar, aclaraciones o excepciones.

Capítulo 2 - Procedimientos de construcción



Este Capítulo abarca todo lo relativo a la construcción del casco con materiales compuestos, desde los materiales utilizados, proceso de moldeo, inspecciones necesarias, etc.

Capítulo 3 - Determinación del escantillado para embarcaciones mono casco

Este Capítulo contiene métodos y formulas para determinar el escantillado de embarcaciones monocasco.

Capítulo 4 - Determinación del escantillado para embarcaciones multicasco

Este Capítulo contiene métodos y formulas para determinar el escantillado de embarcaciones multicasco.

Capítulo 5 - Características especiales

En este Capítulo se explican los requisitos que se deben cumplir para elementos especiales del casco, tanto para embarcaciones monocasco como multicasco.

Capítulo 6 - Resistencia de la viga del casco como viga

Los requisitos para la resistencia global longitudinal y transversal para las embarcaciones mono casco y multicasco de materiales compuestos están contenidos en este Capítulo.

Capítulo 7 - Control de modos de fallo

El criterio de los modos de fallo contenido en este Capítulo tiene que utilizarse junto con las formulas de los Capítulos anteriores para determinar los requisitos del escantillado.

Parte 9: Requisitos generales para la maquinaria

En esta Parte se describen los requisitos que deben cumplir la maquinaria de un buque al cual se le aplican las Reglas. Estos requisitos cubren tanto aspectos generales que deben cumplir todas las clases de maquinaria (fijación, condiciones de funcionamiento, etc.) como requisitos que se deben cumplir durante su



fabricación, que son más específicos para cada tipo de maquinaria. Consta de 2 Capítulos:

Capítulo 1 - Requisitos generales para la maquinaria

En este Capítulo se presenta información de carácter general relacionada con la maquinaria, tal como aclaraciones de las propias reglas, documentos a presentar, condiciones de funcionamiento o requisitos de fijación de la maquinaria.

Capítulo 2 - Inspecciones durante la construcción, instalación y pruebas de mar

Tal como indica el título, este Capítulo presenta las inspecciones a realizar durante la construcción, instalación y pruebas de mar de los diferentes tipos y partes de maquinaria (turbinas de gas, turbocompresores, motores diesel, engranajes, etc.)

Parte 10: Impulsores

En esta Parte del Reglamento se presentan los requisitos específicos para motores diesel (Capítulo 1) y turbinas de gas (Capítulo 2), que se deben aplicar conjuntamente con los requisitos de la Parte 9.

Parte 11: Sistemas de transmisión

Esta Parte tiene que ser aplicada junto con los requisitos generales para la maquinaria de la Parte 9, y da los requisitos específicos para engranajes (Capítulo 1) y sistemas de ejes (Capítulo 2).

Parte 12: Dispositivos de propulsión

Consta de 3 Capítulos:

Capítulo 1 – Hélices

En este Capítulo se presentan los requisitos específicos que deben cumplir las hélices. Se presentan los diferentes tipos así como los materiales utilizados para su construcción, su diseño, su control y otros requisitos.

Capítulo 2 - Sistemas de chorro de agua



Este Capítulo proporciona los requisitos de los sistemas de propulsión por chorro de agua fijos o dirigibles, cuando la potencia nominal es superior a 500kW, y que son parte integrante de la estructura del casco de la embarcación y forman parte de los principales medios de propulsión.

Capítulo 3 – Propulsores

Este Capítulo proporciona los requisitos para las unidades de empuje fijas o dirigibles (propulsores azimut) que se utilizan para la propulsión y el gobierno, y se aplica también a los impulsores de propulsión transversal (túnel) que son una ayuda para la maniobra.

Parte 13: Vibración y alineamiento del eje

En la presente Parte, que se debe aplicar junto las Partes 9, 10, 11 y 12, se presentan los requisitos generales que deben cumplir las máquinas en materia de vibraciones y alineamiento de ejes. Se indican los documentos a presentar, cálculos necesarios para el diseño de las máquinas, así como las medidas necesarias en caso de superar los límites establecidos por estos cálculos. Se distinguen tres tipos de vibraciones: vibración torsional (Capítulo 1), axial (Capítulo 2) y lateral (Capítulo 3). Finalmente, en el Capítulo 4, se hace referencia a la vibración y alineamiento de eje.

Parte 14: Sistema de gobierno y presión del sistema

En esta Parte se dan los requisitos que aplican al diseño y a la construcción de los sistemas de gobierno.

Parte 15: Sistemas de tuberías y presión del sistema

Consta de 4 Capítulos

Capítulo 1 - Requisitos de diseño de tuberías

Los requisitos del presente Capítulo se aplican al diseño y construcción de los sistemas de tuberías incluyendo los accesorios de las tuberías que forman parte de tales sistemas.

Capítulo 2 - Sistemas de tuberías del casco



Los requisitos del presente Capítulo se aplican a todas las embarcaciones que requieren satisfacer con las regulaciones relevantes de diseño y de construcción del Código HSC.

Capítulo 3 - Sistemas de tuberías de la maquinaria

En este Capítulo se presentan los requisitos que deben cumplir todos los sistemas de tuberías de la maquinaria del buque desde sistemas de refrigeración de agua del motor y lo relativo a los combustibles (almacenamiento, combustibles con bajo punto de inflamación, sistemas de combustible, etc.)

Capítulo 4 – Presión del equipo

Las disposiciones del presente Capítulo son aplicables a los recipientes a presión soldados por fusión, monturas y accesorios.

Parte 16: Ingeniería de control e ingeniería eléctrica

En esta Parte se trata lo relativo a la ingeniería de control (alarmas, sistemas de seguridad, etc.) e ingeniería eléctrica, Consta de 2 Capítulos:

Capítulo 1 - Sistemas de ingeniería de control

Este Capítulo aplica a los sistemas de ingeniería de control en las embarcaciones de servicio especial, en el se dan los requisitos para los sistemas de alarmas, sistemas de seguridad y controles automáticos o remotos, también se dan los requisitos que se deben aplicar cuando se pretende operar la embarcación con los espacios de máquinas desatendidos, así como los requisitos que deben aplicar cuando se propone operar la embarcación con el espacio de máquinas bajo una continua supervisión desde una estación de control centralizado.

Capítulo 2 - Ingeniería eléctrica

Este Capítulo se aplicará a los equipos de ingeniería eléctrica y sistemas de servicios especiales en las embarcaciones que van a clasificarse.

Parte 17: Protección contra el fuego, detección y extinción

En esta Parte se detallan los requisitos para la protección, detección y extinción del fuego. Los requisitos se dividen en tres Partes:



- Para todos los buques en el Capítulo 1,
- Para las embarcaciones de servicio en el Capítulo 2 y, finalmente,
- Para los yates en el Capítulo 3.
- Además, en el Capítulo 4 se indican las especificaciones de los sistemas contra incendios, tales como sistemas de rociadores automáticos, de detección de incendios y alarma contra incendios y de extinción de incendios en sala de máquinas.



9. DESCRIPCIÓN DEL YATE OBJETO DEL PROYECTO

9.1 Buque Viudes 45

Yate a motor de 45 metros de eslora, de desplazamiento, con casco de acero, superestructura de aluminio y doble motorización Modelo Viudes Yachts, construido por Montynorth. El yate, de tres cubiertas, de líneas clásicas y gran volumen se halla actualmente en proceso de construcción en el astillero de Monty North Barcelona. La ingeniería, tanto conceptual como de detalle ha sido subcontratada a Isonaval Naval Architects

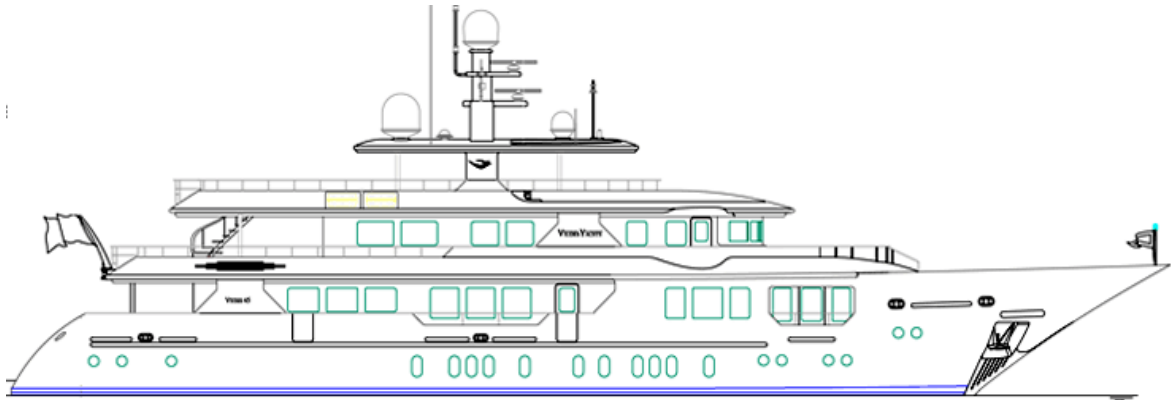


Figura 9.1 – Imagen del yate “Viudes 45”

Características Generales

Eslora total	45 metros
Manga de trazado	9,5 metros
Puntal de diseño (a máxima carga)	2,7 metros
Calado	4,5 metros
Desplazamiento	394 toneladas
Capacidad de combustible	72000 litros
Velocidad máxima	15 nudos



Planos de cubierta

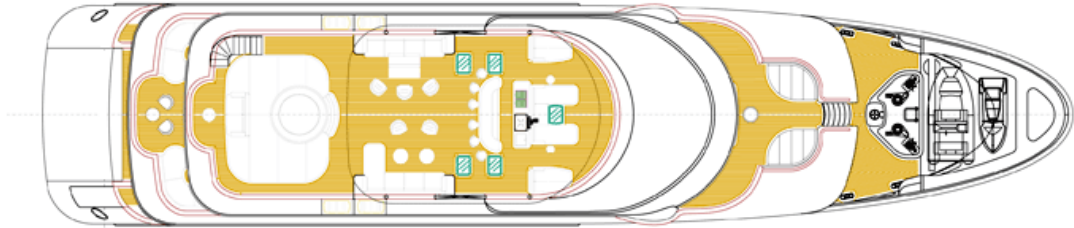


Figura 9.2a – Cubierta exterior

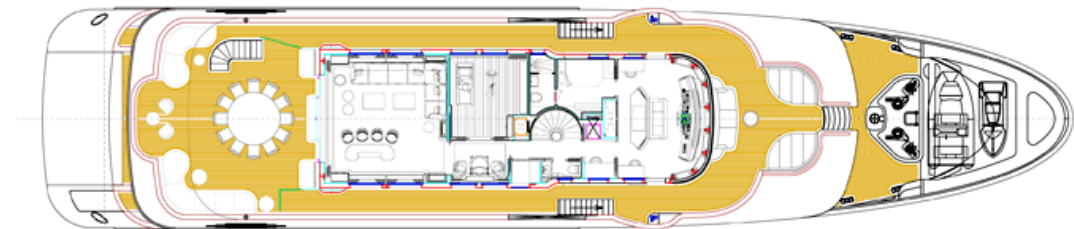


Figura 9.2b – Cubierta superior

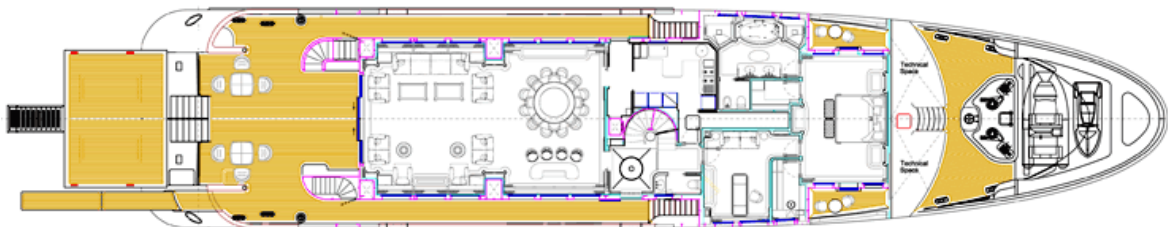


Figura 9.2c – Cubierta principal

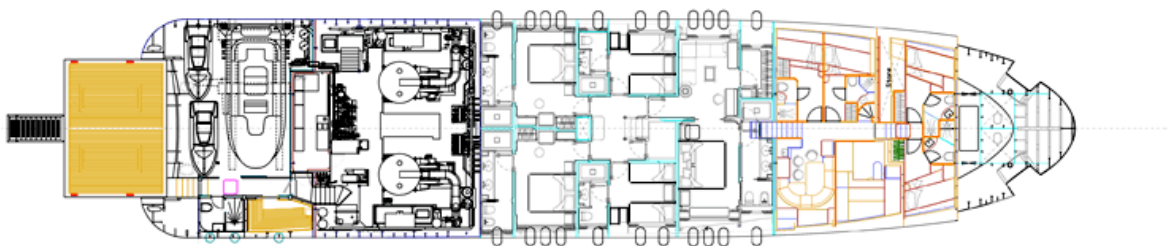


Figura 9.2d – Cubierta inferior

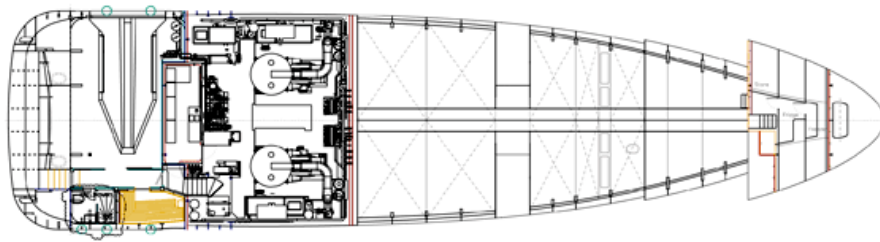


Figura 9.2e – Doble fondo

9.2 Astillero Monty North Barcelona



Figura 9.3 – Vista área del astillero Monty North

Monty North Barcelona se fundó a finales del año 2003 en Barcelona fruto de la unión de dos grandes compañías de la náutica española: North Wind Yard y Montynautic.

North Wind Yard, fundada hace más de 30 años, se dedica a la construcción de embarcaciones de recreo de gran eslora, entre 13 y 20,5 metros, dirigidos a la franja alta del mercado.

Montynautic, nacida en el año 1990 en Barcelona, se dedicó a la construcción, remodelación y reparación de embarcaciones de recreo, centrandose su actividad en la remodelación de embarcaciones de esloras medias, especializándose en el trabajo del aluminio.



Monty North ha participado en la reparación y/o remodelación de buques tan destacados como el Silver Romance, yate a motor clásico inglés construido en Escocia en el año 1956, o el Mata Mua, un motovelero de 38,5 m. de eslora, construido inicialmente en Holanda en 1991, entre otros.

9.2.1. Instalaciones Monty North

Monty North cuenta con una superficie de 16000m² y dos travel lift de 65 y 150 toneladas, respectivamente. Está preparado para realizar refits, reparaciones y reformas internas y externas de embarcaciones de variadas esloras, tanto de motor como de vela. Además cuenta con talleres adecuados para trabajos en aluminio, acero, carpintería, ebanistería, soldadura, así como con expertos en jarcia, motores, hidráulica y composites.



10. APLICACIÓN DE LAS REGLAS DEL LLOYD'S AL CASO ELEGIDO

Seguidamente se realizará la aplicación de las reglas del Lloyd's en el buque de estudio (véase sección 10). Para la aplicación de las reglas, se ha dividido el buque en dos grandes grupos: la estructura y la maquinaria. Para cada elemento de estos grupos se nombrarán las reglas de Lloyd's correspondientes que apliquen al buque de estudio, y se comprobará si los elementos estudiados entran dentro de los parámetros establecidos por la normativa. Para facilitar el seguimiento de las Reglas se ha mantenido la estructura y numeración originales de las reglas de Lloyd's (véase sección 9 y anexo). Los acrónimos que aparecen en este apartado han sido definidos en el Índice de acrónimos (Capítulo 12 de este PFC) o se ha especificado el punto de las Reglas donde están definidos.

10.1 Estructura

10.1.1 Estructura del fondo y del doble fondo:

El **fondo**: el fondo es la envoltura inferior del casco del buque y sus funciones son las siguientes:

- Proporcionar la estanqueidad necesaria al casco del buque en su parte inferior.
- Resistir las cargas exteriores compuestas por la presión hidrostática del agua y por las cargas locales a las cuales está sometido el fondo del buque.
- Contribuir a la resistencia longitudinal.

Parte 6, Capítulo 3, Sección 3: Placas del forro del casco:

3.2 Chapa de la quilla

3.2.1. La amplitud, b_k , y espesor, t_k , de la chapa de quilla no deben tomarse inferiores a:

$$b_k = 7,0L_R + 340 \text{ mm}$$

$$t_k = \sqrt{k_s} 1,35L_R^{0,45} \text{ mm}$$



Donde L_R y k_s , se definen en el punto 1.5.1. de la Sección 1, Capítulo 3, Parte 6 de las Reglas y Regulaciones para la clasificación de embarcaciones de servicio especial (en lo sucesivo, las Reglas) adjuntadas en el anexo de este PFC.

3.2.2. En ningún caso el espesor de la chapa de quilla tiene que ser inferior al de las placas del forro del fondo adyacentes.

3.2.3. La anchura y el espesor de la chapa de la quilla se tienen que mantener a lo largo de la eslora de la embarcación a partir del espejo hasta un punto a no menos del 25 por ciento del francobordo (medido en la perpendicular de proa) por encima de la línea de flotación de carga más profunda en la roda. Posteriormente, el espesor de la quilla deberá reducirse al requerido en el punto 3.3.1 para la roda.

3.3 Chapa de la roda

3.3.1. El espesor de la chapa de la roda, t_s , no debe ser tomado como inferior a:

$$t_s = \sqrt{k_s}(0,1L_R + 3) \text{ mm}$$

L_R y k_s se definen en 1.5.1. de la Sección 1, Capítulo 3, Parte 6 de las Reglas.

3.3.2. En ningún caso el espesor de la chapa de la roda se tiene que tomar inferior al espesor del forro del casco adyacente.

3.3.3. Las placas de la roda tienen que estar soportadas por diafragmas horizontales, y cuando la curvatura de la roda es grande, un refuerzo en la línea central o alma se requerirá.

3.3.5. La amplitud de las placas de la roda no tiene que ser inferior a la anchura de la quilla según lo dispuesto en el punto 3.2.1 de la Sección 3, Capítulo 3, Parte 6.

3.4 Forro del fondo del casco

3.4.1. El espesor del forro del fondo del casco se tiene que calcular a partir de la ecuación general del forro dada en 1.16 de la Sección 1, Capítulo 3, Parte 6 de las Reglas, utilizando la presión de diseño que aparece en la Tabla 3.3.1 de la Sección 3, Capítulo 3, Parte 5 o en la Tabla 4.3.1 de la Sección 3, Capítulo 3,



Parte 5 de las Reglas para embarcaciones de no desplazamiento o de desplazamiento según proceda.

3.4.2. Para todos los tipos de embarcaciones el espesor mínimo requerido para el forro del fondo del casco, véase la Fig. 3.3.1, como se detalla en el Sección 2, Capítulo 3, Parte 6 de las Reglas, será aplicable hasta la línea superior del pantoque o 150 mm por encima de la línea de flotación de carga estática, lo que sea mayor.

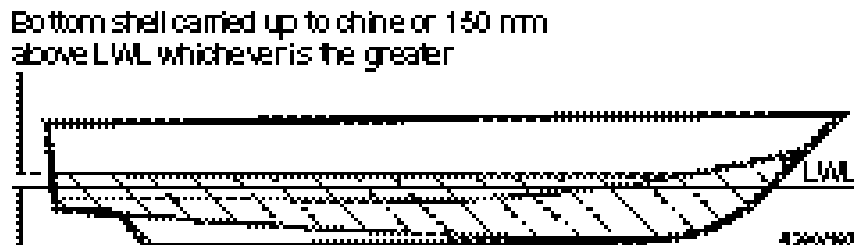


Figura 3.3.1 Extensión del fondo del casco

3.5 Forro del costado del casco

3.5.1. El espesor del forro del costado del casco tiene que determinarse a partir de la ecuación general del forro dada en 1.16 de la Sección 1, Capítulo 3, Parte 6 de las Reglas, utilizando la presión de diseño que aparece en la Tabla 3.3.1 de la Sección 3, Capítulo 3, Parte 5 o en la Tabla 4.3.1 de la Sección 3, Capítulo 3, Parte 5 de las Reglas, para embarcaciones de no desplazamiento o de desplazamiento, según proceda.

3.6 Traca de cinta

3.6.1. La traca de cinta generalmente se tiene que tomar como el costado del casco, localmente reforzado en la zona de la cubierta / unión del casco y mecanismo de defensa. El total del refuerzo local dependerá de la disposición de la estructura y del servicio propuesto.

3.6.8. En caso de que se adopte una traca de cinta redondeada la curvatura, en general, no tiene que ser inferior a 15 veces el espesor.

3.7 Pantoques



3.7.1. *El espesor de la chapa del pantoque tiene que ser equivalente al espesor del fondo del casco requerido para satisfacer las cargas de presión de regla, aumentado en un 20 por ciento, o 6 mm, lo que es la mayor.*

3.7.2. *Cuando se utiliza un tubo en la construcción del pantoque, el espesor de pared mínimo no tiene que ser inferior al espesor del forro del fondo del casco aumentado en un 20 por ciento.*

3.7.3. *En la zona de pantoques debe utilizarse soldadura a penetración completa, como en el resto del forro del casco.*

3.8 Soleras del codaste (parte inferior del codaste)

3.8.1. *El espesor del forro de la parte inferior del codaste no tiene que ser menor del espesor del fondo del casco adyacente y además tiene que satisfacer los requisitos de las piezas únicas que figuran en la Sección 3, Capítulo 3, Parte 3 de las Reglas.*

3.9 Yugo

3.9.1. *El espesor de la popa o yugo no tiene que ser menor que el requerido para el costado o fondo del casco según proceda. Cuando unidades de chorro de agua o de propulsión de proa están instaladas, los escantillonados del forro en la zona de las boquillas y uniones serán especialmente considerados.*

3.10 Aletas y orza de popa

3.10.1. *El espesor del forro tiene que aumentarse localmente en la zona de las áreas de la aleta y orza de popa de yates que tengan ya sea lastre interno fijo o externo adjunto a las quillas de lastre.*

3.10.2. *El espesor del forro no tiene que ser inferior a 1,25 veces el espesor del forro exterior adyacente, pero no tiene que ser superior al espesor de la chapa de la quilla requerido en el punto 3.2, de la Sección 3, Capítulo 3, Parte 6.*

3.11 Aberturas del forro

3.11.1. *Las tomas de mar, u otras aberturas, tienen que tener las esquinas bien redondeadas y, en la medida de lo posible, se tienen que mantener lejos de la*



curvatura de la sentina, pantoque o traca de cinta curvada. Deben de adoptarse medidas para mantener la resistencia en las zonas de aberturas (chapas de refuerzo).

3.11.2. Las aperturas en o cerca de la curvatura de la sentina pueden ser aceptadas siempre que sean de forma elíptica, o equivalente, para reducir las concentraciones de tensiones y, en general, encontrarse lejos de uniones de soldadura.

3.12 Cajas de mar

3.12.1. El espesor de las placas de la caja de mar tiene que ser 2 mm más gruesas que el forro del casco adyacente, o medir 6 mm, lo que sea mayor.

3.13 Refuerzo local / placas insertadas

3.13.1. El espesor del forro del casco determinado de conformidad con el punto 3.4 y 3.5 de la Sección 3, Capítulo 3, Parte 6 de las Reglas, tiene que aumentarse localmente, por lo general a no menos del 50 por ciento en la zona del marco de la hélice, abrazaderas de la hélice, bocina del timón, estabilizadores, tuberías del escobén, aberturas para el ancla, etc. Los detalles de dicho reforzamiento se han de presentar para su aprobación.

3.13.2. Las placas insertadas se tienen que extender fuera de la línea de estructura de apoyo adyacente y, a continuación, ser achaflanadas a una distancia de no menos de tres veces la diferencia de espesor, véase también el punto 4.22 de la Sección 4, Capítulo 2, Parte 6 de las Reglas.

3.14 Apéndices

3.14.1. Los escantillonados de los apéndices serán objeto de especial consideración sobre la base de las Reglas y las cargas de diseño adelantadas, pero en ningún caso, se tienen que tomar menores de las de la estructura circundante.

3.15 Accesorios de defensa



3.15.1. *Las cintas de madera y defensas se tienen que unir a fijaciones soldadas a una barra rectificadora unida al casco y no deben ser atornilladas traspasando el forro del casco.*

[Parte 6, Capítulo 3, Sección 4: Armazón de recubrimiento del casco](#)

4.4 Refuerzos transversales del fondo

4.4.1. *Los refuerzos transversales del fondo se definen como miembros de refuerzo local que apoyan en el fondo del casco, y que pueden ser continuos o intercostales.*

4.5 Cuadernas transversales del fondo

4.5.1. *Las cuadernas transversales del fondo se definen como miembros estructurales que soportan el fondo del casco. Estos tienen que ser efectivamente continuos y estar apoyados en las uniones de sus extremos en las cuadernas de los costados y varengas del fondo, según proceda.*

4.6 Cuadernas transversales del fondo

4.6.1. *Las cuadernas transversales del fondo se definen como miembros de refuerzo primarios que soportan los longitudinales del fondo del casco. Estos han de ser continuos y estar bien apoyados en las uniones de sus extremos a las cuadernas de los costados y varengas del fondo.*

4.6.2. *En caso de que no sea factible cumplir con los requisitos de 4.6.1, o cuando se propone terminar las cuadernas transversales del fondo en la zona de las vigas longitudinales primarias, mamparos o límites de tanques integrales, han de estar apoyados en la zona de las uniones de los extremos para mantener la continuidad de la resistencia estructural. Particular atención debe darse para garantizar la alineación adecuada de las abrazaderas. Todas las abrazaderas tienen que tener las esquinas bien redondeadas y tienen que terminar en una adecuada estructura de apoyo capaz de transportar el momento de flexión transmitido.*

4.7 Refuerzos longitudinales del costado



4.7.1. Los refuerzos longitudinales del costado tienen que estar apoyados por cuadernas transversales del costado, mamparos, u otra estructura primaria, generalmente espaciados no más de 2 m de separación.

4.7.2. Los longitudinales del costado tienen que ser continuos a través de las estructuras de apoyo.

4.7.3. En caso de que no sea factible cumplir con los requisitos de 4.7.2, o cuando se propone terminar los longitudinales del costado en la zona de popa, mamparos o límites de tanques integrales, han de ser apoyados en la zona de las uniones de los extremos para mantener la continuidad de la resistencia estructural. Particular atención debe darse para garantizar una alineación exacta de las abrazaderas.

4.8 Los refuerzos primarios del longitudinal del costado

4.8.1. Los refuerzos primarios del longitudinal del costado tienen que estar soportados por cuadernas transversales del costado, mamparos, u otra estructura primaria, generalmente, espaciados no más de 6 m de separación.

4.8.2. Los refuerzos primarios del longitudinal del costado tienen que ser continuos a través de los mamparos transversales y estructuras de apoyo.

4.8.3. En caso de que no sea factible cumplir con los requisitos de 4.8.2, o cuando se propone terminar el longitudinal del costado en la zona de popa, mamparos o límites de tanques integrales, estos han de estar apoyados en la zona de las uniones de sus extremos para mantener la continuidad de la resistencia estructural. Particular atención debe darse para garantizar una alineación exacta de las abrazaderas. Todas las abrazaderas han de tener las esquinas bien redondeadas y tienen que terminar en una estructura de soporte adecuada capaz de transportar el momento de flexión transmitido.

4.9 Refuerzos transversales del costado

4.9.1. Los refuerzos transversales del costado se definen como miembros de refuerzo locales que apoyan el costado del casco y tienen que ser continuos o intercostales.



4.10 Cuadernas transversales del costado

4.10.1. *Las cuadernas transversales del costado se definen como miembros de refuerzo que soportan el costado del casco y se extienden continuamente entre las varengas del fondo / cuadernas y cubiertas. Tienen que estar eficazmente limitados contra la rotación en las uniones de sus extremos.*

4.11 Cuadernas transversales del costado

4.11.1. *Las cuadernas transversales del costado se definen como miembros primarios de refuerzo que soportan los longitudinales del costado del casco. Estas tienen que ser continuas y estar adecuadamente apoyadas en las uniones de cabeza y talón a los transversales de la cubierta y cuadernas del fondo, respectivamente.*

4.11.2. *En caso de que no sea factible cumplir con los requisitos de 4.11.1, o cuando se propone terminar las cuadernas en la zona de los refuerzos primarios del longitudinal del costado, mamparos o límites de tanques integrales, tienen que estar apoyados en la zona de las uniones de sus extremos para mantener la continuidad de la resistencia estructural. Particular atención debe darse para garantizar una buena alineación de las abrazaderas. Todas las abrazaderas tienen que tener las esquinas bien redondeadas y tienen que terminar en una estructura de apoyo adecuada capaz de transmitir el momento de flexión.*

4.12 Cuadernas agrupadas

4.12.1. *A los efectos de satisfacer los requisitos de los escantillonados de Regla, las cuadernas deben, con sujeción al acuerdo de LR, estar agrupadas. El número de cuadernas en cualquier grupo en general no tiene que ser superior a cinco. La suma del módulo de la sección e inercia del grupo de cuadernas no tiene que ser menor de la suma del requisito de Regla para los miembros del armazón individuales. Además, en ningún caso la dimensión propuesta de un miembro del armazón individual dentro del grupo tiene que ser menor del noventa por ciento del valor de Regla para dicho miembro.*

4.13 Estructuras del marco



4.13.1. *Para los sistemas complejos de vigas, un análisis estructural completo usando métodos numéricos tiene que realizarse para demostrar que los niveles de tensión son aceptables cuando se someten a la más severa y realista combinación de condiciones de carga previstas.*

4.13.2. *Los programas de ordenador para fines especiales o generales o cualquier otra técnica analítica pueden ser utilizados siempre que los efectos de flexión, cizalla, axiales y de torsión se tengan en cuenta adecuadamente y la teoría y la idealización utilizada pueda justificarse.*

4.13.3. *En general, entramados consistentes en vigas delgadas pueden ser idealizados como marcos basándose en la teoría de la manga siempre teniendo debidamente en cuenta las variaciones de las propiedades geométricas. Para los casos en que tal suposición no sea aplicable, el análisis de elementos finitos o métodos equivalentes pueden tener que ser utilizados.*

4.15 *Sistemas de marcos flotantes*

4.16 *Puntales del marco*

4.16.1. *En caso de que se coloquen puntales a cuadernas transversales del costado del casco o refuerzos primarios longitudinales para transmitir cargas axiales, el área de sección transversal del puntal tiene que obtenerse como para los pilares de la Sección 10, Capítulo 3, Parte 6 de las Reglas. Si están instalados en el refuerzo en un punto a mitad del tramo, el módulo de la sección del refuerzo se tiene que tomar como la mitad del módulo obtenido anteriormente.*

4.16.2. *El diseño de las uniones de los extremos tiene que ser tal para que el área de soldadura no sea inferior a la mínima área de la sección transversal del puntal obtenida en 4.16.1. Para lograr esto, se requerirá la soldadura de penetración completa. Las uniones de soldadura entre las platabandas y almas de la estructura de soporte del puntal tienen que estar soldadas utilizando soldadura continua doble de un área equivalente a la obtenida por 4.16.1.*



Parte 6, Capítulo 3, Sección 6: Estructura del doble fondo:



Imagen 10.1 Detalle soldadura doble fondo del buque

6.2 Quilla

6.2.2. Los conductos de las quillas, cuando estén colocados, tienen que tener un espesor de la chapa del costado, t_p , no menor de:

$$t_p = \sqrt{k_s}(0,008d_{DB} + 1)mm$$

Pero no tiene que ser mayor del 90 por ciento del espesor de la viga central dada en el punto 6.3, de la Sección 6, Capítulo 3, Parte 6 de las Reglas.

d_{DB} es la profundidad de la viga central dada en el punto 6.3.3 de la Sección 6, Capítulo 3, Parte 6 de las Reglas.

k_s , se define en 1.5.1. de la Sección 1, Capítulo 3, Parte 6 de las Reglas.

6.2.3. En caso de que un conducto de la quilla forme la frontera de un tanque, los requisitos de los puntos 7.4 y 7.5 de la Sección 7, Capítulo 3, Parte 6 de las Reglas, para tanques profundos se han de cumplir.

6.2.4. El conducto de la quilla en general tiene que ser el 15 por ciento de la manga o de 2 metros, lo que sea menor, pero en ningún caso se tiene que tomar como menor de 630 mm. El interior del fondo y el forro del fondo en el conducto



de la quilla tienen que estar reforzados adecuadamente con refuerzos primarios en la dirección transversal, mientras que la continuidad de las varengas se tiene que mantener. El acceso al conducto de la quilla tiene que ser mediante medios de orificios de inspección estancos o espacios.



Imagen 10.2 Detalle unión quilla del buque

6.3 Viga central

6.3.1. Una viga central se tiene que colocar a lo largo de la eslora de la embarcación. El espesor del alma, t_w , no debe ser inferior al requerido por:

$$t_w = \sqrt{k_s}(0,1L_R + 3) \text{ mm dentro de } 0,4L_R \text{ en cruzjía}$$

$$= \sqrt{k_s}(0,1L_R + 2) \text{ mm en los extremos}$$

Dónde k_s y L_R , se definen en 1.5.1.de la Sección 1, Capítulo 3, Parte 6 de las Reglas.

6.3.2. Las propiedades geométricas de la sección de la viga han de estar en conformidad con el punto 1.18 de la Sección 1, Capítulo 3, Parte 6 de las Reglas.

6.3.3. La profundidad total de la viga central, d_{DB} , tiene que tomarse no menor del 630 mm y tiene que ser suficiente para dar un acceso adecuado a todas las partes del doble fondo.

6.4 Vigas laterales



6.4.1. *En caso de que la amplitud de la varenga no exceda de 6,0 m, las vigas laterales no son necesarias. Los refuerzos verticales se han de instalar en las varengas en cada lado, el número y las posiciones de estos refuerzos dependerán de la disposición de la estructura del doble fondo.*

6.4.2. *En caso de que la amplitud de la varenga es superior a 6,0 m, vigas laterales adicionales que tengan el mismo espesor en los pisos son para el montaje. El número de vigas de cara a ser tal que la distancia entre las vigas laterales y el centro viga y margen de la chapa, o entre las vigas de lado los propios, no sea superior a 3,0 m.*

6.4.3. *Las vigas laterales en caso de estar instaladas se tienen que extender tan a popa y a proa como sea posible y, en general, tienen que terminar en la zona de los mamparos, varengas profundas u otra estructura transversal primaria.*

6.4.5. *Bajo el motor principal, las vigas que se extienden desde el forro del fondo hasta la chapa superior del apoyo del motor se tienen que colocar. La altura de las vigas no tiene que ser inferior de la altura de la varenga. Los pernos de sujeción del motor se tienen que disponer lo más cerca posible de las vigas y varengas. Cuando esto no se puede lograr, varengas de soporte y/o soportes se tienen que colocar.*

6.5 Placas de las varengas

6.5.1. *El espesor del alma de las placas de varengas no estancas, t_w , no tiene que ser inferior a:*

$$t_w = \sqrt{k_s}(0,05L_R + 3,5) \text{ mm}$$

Donde k_s y L_R , se definen en 1.5.1.de la Sección 1, Capítulo 3, Parte 6 de las Reglas.

6.5.2. *Además, los requisitos del punto 4.6 de la Sección 4, Capítulo 3, Parte 6 de las Reglas para los refuerzos de las cuadernas transversales del fondo se tienen que cumplir.*



6.5.3. *Las placas de las varengas, en general, tienen que ser continuas entre la viga central y el margen de la chapa.*

6.5.5. *Los refuerzos verticales de las llantas se tienen que colocar en todas las placas de las varengas en cada longitudinal. Cada refuerzo tiene que tener una profundidad no menor de $10t_w$ y un espesor de no menos de t_w , donde t_w es el espesor de la chapa de la varenga calculado en 6.5.1.*

6.6 Soporte de las varengas

6.6.1. *Entre las placas de las varengas, el casco y la parte interior del forro del fondo tiene que ser soportado mediante soportes de varengas. Los soportes tienen que tener el mismo espesor que las placas de las varengas y tienen que estar reforzados en el borde no soportado.*

6.10 Longitudinales del interior del fondo

6.10.1. *Los longitudinales del interior del fondo tienen que estar soportados por cuadernas transversales del interior del fondo, varengas, mamparos u otra estructura primaria, generalmente espaciados a no más de 2 m de separación.*

6.10.2. *Los longitudinales del interior del fondo tienen que ser continuos a través de la estructura de apoyo y tienen que estar reforzados de forma satisfactoria contra el pandeo.*

6.11 Cuadernas transversales del interior del fondo

6.11.1. *Las cuadernas transversales del interior del fondo se definen como miembros de refuerzo primarios que soportan los longitudinales del interior del fondo. Estos tienen que ser continuos y estar adecuadamente soportados y las uniones de sus extremos a las cuadernas del fondo, varengas del fondo y soportes del costado del tanque.*

6.12 Placas de margen

6.12.1. *Una chapa de margen, si está instalada, tiene que tener un espesor como el requerido para el forro del interior del fondo.*

6.13 Pozos



6.13.1. *Pequeños pozos contruidos en la estructura de doble fondo no se tienen que extender en profundidad más de lo necesario. Un pozo extendiéndose fuera del fondo puede, sin embargo, estar permitido en el extremo de popa del túnel del eje de la embarcación. Otras disposiciones de los pozos (por ejemplo, para el aceite lubricante bajo los motores principales) pueden ser consideradas siempre que den una protección equivalente a la que ofrece el doble fondo.*

6.14 *Transmisión de puntales de carga*

6.14.1. *En los dobles fondos bajo los puntales ampliamente espaciados, las uniones de las varengas a las vigas, y de las varengas y las vigas al interior del fondo, tienen que estar bien ampliadas. En caso de que los puntales no estén directamente encima de la intersección de la chapa de las varengas y las vigas, varengas parciales e intercostales se han de colocar según sea necesario para soportar los puntales. Los orificios de inspección no tienen que cortarse en las varengas y vigas por debajo de los talones de los puntales. En caso de que se adopte la estructura longitudinal en el doble fondo, un refuerzo equivalente bajo los talones de los puntales se tiene que proporcionar, y donde los talones de los puntales se lleven en un túnel, unos mecanismos adecuados se tienen que poner para soportar la carga.*

6.15 *Pasos de hombre*

6.15.1. *Suficientes pasos de hombre se tienen que cortar en el interior del fondo, varengas y vigas laterales para proporcionar un acceso adecuado, y ventilación, a todas las partes del doble fondo. El tamaño de las aberturas de los orificios de inspección, en general, no tiene que exceder del 50 por ciento de la profundidad del doble fondo a menos que se proporcionen un refuerzo al borde. Los orificios no tienen que cortarse en la viga central, excepto en los tanques en los extremos de popa y de proa de la embarcación, y en otros lugares donde las anchuras de los tanques estén reducidas a menos que un refuerzo adicional y/o compensación se coloque para mantener la integridad estructural.*

6.16 *Presión de prueba*



6.16.1. Los dobles fondos tienen que ser probados cuando son terminados con una columna de agua que represente la presión interna máxima que puede experimentar durante el servicio, pero no inferior a la columna de agua equivalente al nivel por encima de la cubierta.

6.17 Orificios de drenaje en la estructura del fondo

6.17.1. Suficientes orificios de drenaje se tienen que cortar en la estructura del interior del fondo para permitir el drenaje del agua desde todas las partes de la sentina hasta las aspiraciones de las bombas.

6.17.2. Particular atención debe darse a la posición de los orificios de los imbornales para garantizar el adecuado drenaje y evitar las concentraciones de tensión.

6.17.3. Unas disposiciones adecuadas se deben hacer para facilitar el libre paso del aire de todas las partes de los tanques a las tuberías de aire.

Parte 3, Capítulo 4, Sección 3: Aberturas en el doble fondo

3.1 General

3.1.1 Se tiene que hacer provisión para el libre paso de aire y agua proveniente de todas las partes de los tanques a las tuberías de aire y conductos de aspiración, teniendo en cuenta las tasas de bombeo necesarias.

3.1.2 Un acceso adecuado también se ha de proveer a todas las partes del doble fondo para el mantenimiento futuro, inspecciones y reparaciones. Los bordes de todas las aberturas han de ser redondeados.

3.2 Requisitos

3.2.1 Un plano que muestre la ubicación de las aberturas de acceso y aberturas de inspección dentro del doble fondo se habrá de presentar. Se tiene que tener en cuenta cualquier requisito obligatorio relevante de la Autoridad Nacional del país en el que la embarcación tiene que ser registrada.

3.2.2 El número y emplazamiento de las aberturas de inspección tienen que ser tales que el acceso bajo condiciones de servicio no sea ni difícil ni peligroso. Se



tendrá en cuenta cualquier normativa internacional relevante en relación con el mínimo tamaño de las aberturas de acceso.

3.2.3 Las aberturas de inspección y sus cubiertas tienen que ser de un tipo homologado o de conformidad con un estándar nacional o internacional reconocido.

3.2.4 El tamaño de la abertura, en general, no tiene que superar el 50 por ciento de la profundidad del doble fondo, a menos que se proporcionen bordes reforzados. En la zona de extremos laterales de varengas y vigas de popa y proa en mamparos transversales, el número y el tamaño de los orificios se ha de reducir al mínimo, y las aberturas tienen que ser circulares o elípticas. La rigidez del borde puede ser requerida en estas posiciones.

3.2.5 Los orificios de inspección, orificios de aligeramiento y otros recortes se tienen que evitar en la zona de concentración de cargas y zonas de altos esfuerzos de cizalla. En particular, las aberturas de inspección y aberturas similares no deben cortarse en chapas de diafragmas verticales u horizontales en cofferdams estrechos o mamparos de doble chapa dentro de un tercio de su longitud hasta cualquier extremo, ni en varengas, o vigas cercanas a sus extremos cruzados, por debajo de los talones de pilares, ni en la zona de puntales de mástiles, a menos que las tensiones en la chapas y las características de pandeo del panel se hayan calculado y sean satisfactorios.

3.2.6 Las aberturas para inspección, orificios de aligeramiento y otras aberturas tienen que estar adecuadamente enmarcadas y ser rígidas cuando sea necesario.

[Parte 6, Capítulo 3, Sección 4: Armazón del recubrimiento del casco](#)

4.2 Refuerzos longitudinales del fondo

4.2.1. Los refuerzos longitudinales del fondo tienen que estar soportados por las cuadernas transversales del fondo, varengas, mamparos, u otra estructura primaria, en general, espaciados no más de 2 m de separación.

4.2.2. Los longitudinales del fondo tienen que ser continuos a través de las estructuras de apoyo.



4.2.3. En caso de que no sea factible cumplir con los requisitos de 4.2.2, o cuando se propone terminar los longitudinales del fondo en la zona de la popa, de los mamparos o de los límites de tanques integrales, tienen que ser soportados en la zona de sus uniones de extremos para mantener la continuidad de la resistencia estructural. Particular atención debe darse para garantizar una alineación exacta de las abrazaderas.

4.3 Refuerzos primarios del longitudinal del fondo

4.3.1. Los refuerzos primarios del longitudinal del fondo tienen que estar soportados por cuadernas transversales profundas del fondo, varengas, mamparos, u otra estructura primaria, en general, espaciados no más de 6 m de separación.

4.3.2. Los refuerzos primarios del longitudinal del fondo tienen que ser continuos a través de los mamparos y estructuras de apoyo.

4.3.3. En caso de que no sea factible cumplir con los requisitos de 4.3.2, o cuando se propone poder terminar los refuerzos en la zona de la popa, mamparos o límites de tanques integrales, tienen que estar soportados en la zona de sus uniones de extremos para mantener la continuidad de la resistencia estructural. Particular atención debe darse para garantizar la alineación exacta de las abrazaderas. Todas las abrazaderas tienen que tener las esquinas bien redondeadas y han de terminar en una estructura de apoyo adecuada capaz de transmitir el momento de flexión transmitido.

10.1.2 Forro exterior de los costados del buque:

El objeto del forro exterior es impedir la entrada de agua al interior del buque.

Cuadernas: sus funciones son las siguientes:

- Contribuir a la resistencia transversal reforzando el forro exterior contra la presión exterior del agua.
- Soportan los extremos de los baos en su intersección con las cubiertas.
- Aumentar la resistencia local de las chapas de los costados.



Parte 3, Capítulo 3, Sección 3 Marco del codaste y apéndices

3.1 General

3.1.1 Las cuadernas de popa, bocina del timón y los soportes de los extremos del eje tienen que ser construidos mediante acero laminado o forjado, aleación de aluminio, fabricadas de aluminio o chapa de acero o moldeadas con fibra de plástico reforzada, dependiendo del material de construcción de la embarcación. En caso de que los soportes del eje estén instalados tienen que ser fabricados mediante laminado o forjado tanto de acero como de aleación de aluminio según sea el caso, para el material de construcción del casco principal.

3.1.4. Las cuadernas de popa, bocinas del timón, soportes del eje, etc. tienen que estar efectivamente integrados en la estructura de las embarcaciones, así como su diseño ha de ser tal como para facilitar esto.

3.2 Cuadernas de popa

3.2.1. El escantillonado de las cuadernas de popa tiene que determinarse a partir del cuadro 3.3.1. En el caso de grandes embarcaciones, el escantillonado y las disposiciones se requerirán que se verifiquen mediante cálculos directos.

Cuadro 3.3.1 Cuadernas de popa (ver continuación)

Elemento	Parámetro	Requisito		
(1) Codaste proel		Acero laminado (ver fig.3.3.1(a))	Acero forjado (ver fig.3.3.1(b))	Acero dulce fabricado (ver fig.3.3.1(c))
	z	$165\sqrt{T}$	-	$200\sqrt{T}$ mm
	r	$20\sqrt{T}$	-	$18\sqrt{T}$ mm
	t_w	$8\sqrt{T}$ (no debe exceder de 38 mm) (ver notas 1 y 2)	-	$6\sqrt{T}$ mm (no debe exceder de 30 mm) (ver notas 1 y 2)
	t_1	$12\sqrt{T}$ mm (mínimo 19 mm)	-	$12\sqrt{T}$ mm
	t_2	$16\sqrt{T}$ mm (mínimo 25 mm)	-	-
W		$115\sqrt{T}$ mm	$40\sqrt{T}$ mm	$140\sqrt{T}$ mm
		-		-



	A		$(10 + 0,5L_R)T \text{ cm}^2$ Donde $L_R \leq 60 \text{ m}$ $40T \text{ cm}^2$ Donde $L_R > 60 \text{ m}$	
(2) Bocina de la hélice (ver nota 3 y fig. 3.3.2)	t_b	$(0,1\delta_{TS} + 56)\text{mm}$, pero no tiene que exceder de $0,3 \delta_{TS}$		
(3) Codaste popel del eje	n r r_b t_f t_1 t_2 t_3 w Z_{PB1}, Z_{PB2} Z_T δ_A δ_b $\delta_{PL1}, \delta_{PL2}$ presión del cojinete y espacio del pinzote	Atornillado simple con una única pieza, ver fig. 3.3.5(a)	Atornillado simple con eje del timón empernado, ver fig. 3.3.3	Atornillado doble, integral con el casco, ver fig. 3.3.4
		- - - - - - - - - $0,147A_{Rb}(V + 3)^2 \text{ cm}^3$ - - - -	6 (ver nota 4) - $\delta_A \text{ mm}$ $\delta_b \text{ mm}$ - - - - - $1,2\delta_{PL2} \text{ mm}$ - $(25T + 76) \text{ mm}$ Pero no necesita exceder de $0,9\delta_{PL2} \text{ mm}$ $6,25T + 19 \text{ mm}$ o $0,225 \delta_{PL2} \text{ mm}$ El que sea mayor Igual que para los pinzotes del timón (ver cuadro 3.2.11 de la Sección 2, Capítulo 3, Parte 3 de las Reglas)	- $20\sqrt{T} \text{ mm}$ - - $12\sqrt{T} \text{ mm}$ $15\sqrt{T} \text{ mm}$ $18\sqrt{T} \text{ mm}$ $120\sqrt{T} \text{ mm}$ - - - -
(4) Piezas únicas (ver nota 5, 6 y 7)	Z_T Z_V Z_T	Con codaste del timón integral, ver fig. 3.3.5(a)	Con eje empernado, ver fig. 3.3.5(b)	Tipo abierto (sin codaste del timón), ver fig. 3.3.5(c)
(a) acero laminado		$0,50W \text{ cm}^3$ $0,35 W \text{ cm}^3$	$0,95 W \text{ cm}^3$ $0,40 W \text{ cm}^3$	$1,00 W \text{ cm}^3$ $0,50 W \text{ cm}^3$



(b) acero dulce fabricado		0,42 W cm ³	0,81 W cm ³	0,85 W cm ³
---------------------------	--	------------------------	------------------------	------------------------

Cuadro 3.3.1.b Cuadernas de popa (continuación)

NOTAS
<p>1. En el caso de que el escantillonado y proporciones del codaste porta hélice difieran de las que se muestran en el elemento 1, el módulo de la sección en el eje longitudinal de la sección propuesta normal al codaste tiene que ser equivalente a la del escantillonado de regla. t_1 no tiene que ser menor de $8\sqrt{T}$ (mínimo de 19 mm para cuadernas de popa de acero fundido)</p> <p>2. En las cuadernas de popa sin piezas únicas, el módulo del codaste debajo del eje del propulsor, en el eje horizontal tiene que ser reducido gradualmente a no menos del 85 por ciento del requerido en la Nota 1, sujeto a las mismas limitaciones de espesor.</p> <p>3. En las cuadernas de popa fabricadas la conexión del codaste porta hélice al eje tiene que ser mediante soldadura de penetración completa.</p> <p>4. Si están colocados más de 6 pernos, las disposiciones tienen que proveer una resistencia equivalente.</p> <p>5. En las piezas únicas fabricadas, las cuadernas transversales se tienen que colocar espaciadas no más de 760 mm. Cuando la anchura de la pieza única excede de 900 mm, una cuaderna vertical de línea central también se coloca.</p> <p>6. Las piezas únicas que soportan boquillas fijas o móviles serán especialmente consideradas (ver 4.2 de la Sección 4, Capítulo 3, Parte 3 de las Reglas).</p> <p>7. Para embarcaciones de draga y recuperación en servicio restringido Grupos G1, G2 o G3, los escantillonados de una pieza única de tipo "abierto" tiene que ser tal que:</p> <p>(a) $Z_T = 0,625W \text{ cm}^3$</p> <p>(b) El área de sección transversal no es menor de 18 cm²</p> <p>(c) La profundidad no tiene que ser menor de dos tercios del ancho en cualquier punto.</p>

3.2.2. Los codastes del propulsor y del timón fabricados o fundidos de una embarcación con dos hélices tienen que ser reforzados a intervalos con bulárcamas. En la zona de la parte superior del arco de las cuadernas de popa, estas bulárcamas tienen que alinearse con las varengas.

3.2.3. Los codastes del timón y del propulsor tienen que estar conectados a varengas de espesor incrementado. Véase las partes 6 y 7 del Capítulo 3.5.10 para construcciones de acero y aleación de aluminio, respectivamente.

3.3 Bocinas del timón



3.3.1. Los requisitos para el escantillonado y las disposiciones de las bocinas del timón se dan en el punto 5.9, de la Sección 5, Capítulo 3 de las Partes 6 y 7 de las Reglas, respectivamente, para construcciones de acero y aleación de aluminio y en el punto 5.8 de la Sección 5, Capítulo 3, Parte 8 para construcción con materiales compuestos respectivamente.

3,4 Henchimiento del eje

3.4.1. En caso de que el eje de la hélice esté encerrado en henchimientos que se extiendan a los cojinetes que soportan los propulsores, el extremo de popa de los henchimientos y los cojinetes tienen que ser soportados por un extremo del núcleo fundido o manufacturado. Estos tienen que ser diseñados para transmitir la carga del conjunto de ejes eficientemente dentro de la estructura interna de la embarcación.

3.4.2. Para los henchimientos del eje adjuntos a arbotantes, la longitud del núcleo tiene que ser suficiente para dar cabida al último cojinete y para permitir la posterior conexión a los arbotantes.

3.4.3. Los soportes de acero fundido tienen que ser curvados adecuadamente cuando entran en el casco principal para alinearse con la curvatura de las planchas del núcleo. Cuando las secciones del casco son estrechas, los dos brazos están generalmente conectados el uno al otro dentro de la embarcación. Los brazos tienen que ser reforzados a intervalos mediante bulárcamas.

3.4.4. Los soportes manufacturados tienen que ser cuidadosamente diseñados para evitar o reducir el efecto de puntos duros. La continuidad de los brazos dentro de la embarcación se tiene que mantener, y tienen que estar adjuntos a las planchas substanciales de las varengas u otra estructura. La conexión de los brazos al cojinete del núcleo tiene que ser mediante soldadura de penetración completa.

3.4.5. El escantillonado de los soportes será especialmente considerado. En el caso de determinadas embarcaciones de alta potencia, se requerirán cálculos directos.



3.4.6. *Las placas del núcleo tienen generalmente que ser curvadas dentro de la chapa del forro y soportadas en el extremo de popa mediante diafragmas en cada cuaderna. Estos diafragmas tienen que estar convenientemente reforzados y conectados a las varengas o dispositivos adecuados de las bulárcamas principales y profundas. En el extremo de proa, las cuadernas principales tienen que ser conformadas para adaptarse al henchimiento, pero las cuadernas profundas no tienen que generalmente ser colocadas en más de cuatro espacios de cuadernas de separación.*

3.5 Arbotantes

3.5.1. *El escantillonado de los brazos y arbotantes, basado en una relación de anchura/espesor de aproximadamente cinco, tiene que ser determinado a partir del punto 3.6.1 y 3.7.2 de la Sección 3, Capítulo 3, Parte 3 de las Reglas.*

3.5.2. *En caso de que el eje de la hélice esté expuesto al mar a cierta distancia del casco principal, por lo general tiene que ser soportada adyacente a la hélice mediante escuadras independientes que tengan dos brazos.*

3.5.3. *Las escuadras manufacturadas tienen que ser diseñadas para evitar o reducir el efecto de puntos duros y garantizar una conexión satisfactoria a la estructura del casco. La conexión de los brazos al cojinete del núcleo tiene que ser mediante soldadura de penetración completa.*

3.5.4. *Cuando los brazos de las escuadras se llevan a través de las placas del forro, tienen que adjuntarse a varengas o vigas de espesor aumentado. Las placas del forro tienen que ser incrementadas en espesor y conectadas a los brazos mediante soldadura de penetración completa.*

3.5.6. *Para los arbotantes que tienen brazos de sección hueca, las áreas de sección transversal en la raíz y el núcleo no tienen que ser menores de las requeridas para un brazo sólido que satisface el módulo de la sección de regla teniendo en cuenta las proporciones que se indican en 3.5.1.*

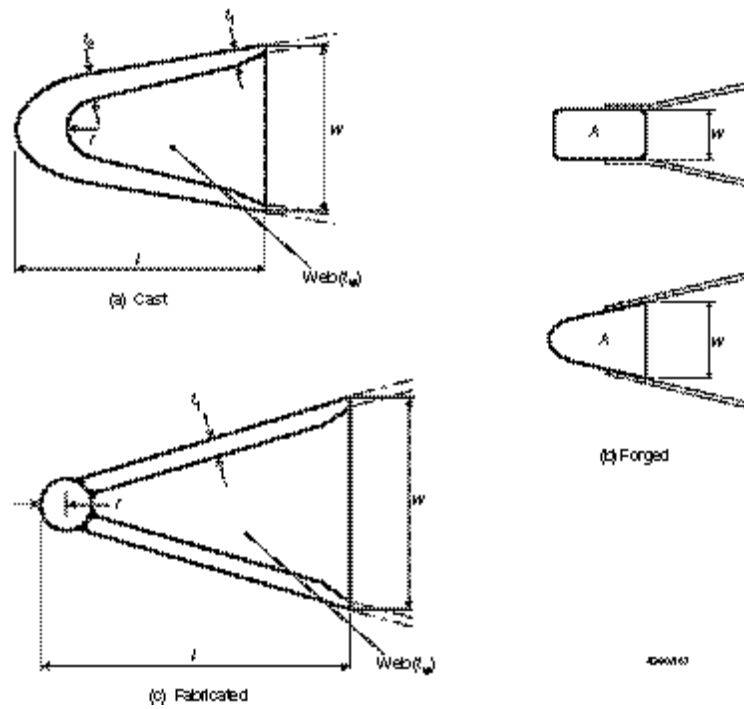


Figura 3.3.1 Codaste porta hélices

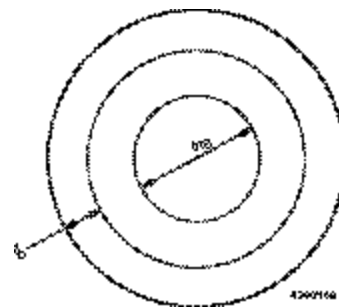


Figura 3.3.2 Núcleo de la hélice

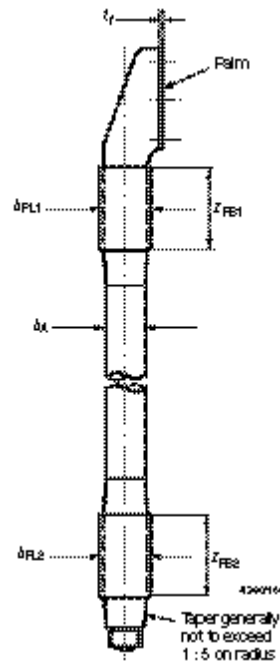


Figura 3.3.3 Eje del timón

3.5.7 Cuando el eje y el núcleo del arbotante no son del mismo material, la longitud y espesor del núcleo del arbotante no tiene que ser menor de $4 d_t$ y $d_t/4$, respectivamente, donde d_t es el diámetro de regla del eje de la hélice, en mm. Ver también la Sección 4, Capítulo 2, Parte 11 de las Reglas.

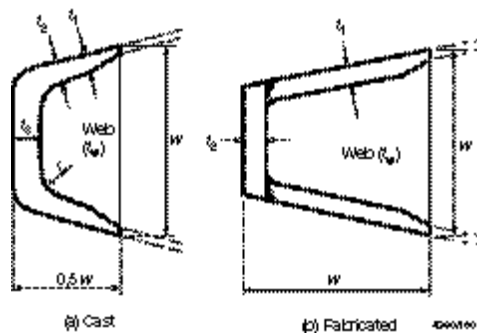


Figura 3.3.4 Codaste del timón para una embarcación de dos hélices

3.5.8. Cuando el eje y el núcleo del arbotante son de materiales diferentes, la longitud del núcleo no tiene que ser menor de $4d_t$, y el espesor, t_b , del núcleo no tiene que ser menor de:

$$t_b = 0,75dt(\sqrt[3]{f_1 - 0,667}) \text{ mm}$$



NOTA:

En ningún caso t_b se tiene que tomar menor de 12 mm.

3.5.9. El diseño del arbotante en cuanto a la perturbación del flujo hidrodinámico dentro de las hélices y timones tiene que superar el ámbito de la clasificación.

3.6 Arbotantes de un único brazo ("P" – cartelas)

3.6.1. Los arbotantes de un único brazo tienen que tener un módulo de sección, Z_{xx} , en la pala de no menos del determinado a partir de la fórmula:

$$Z_{xx} = \frac{a_s d_t^2 f}{45000} \text{cm}^3$$

El área de la sección transversal de la escuadra del núcleo no tiene que ser menor del 60 por ciento el área de la escuadra de la pala.

3.6.2. Para arbotantes de un único brazo un análisis de la vibración se requerirá si se estima necesario por LR.

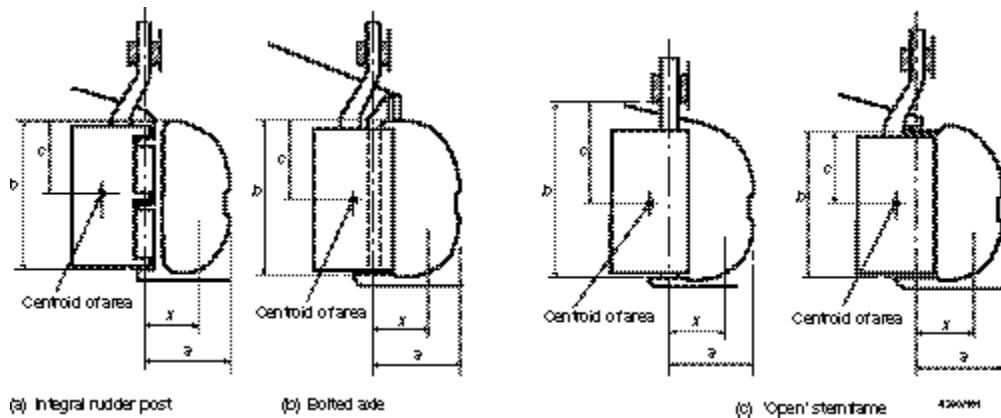


Figura 3.3.5 Pieza única

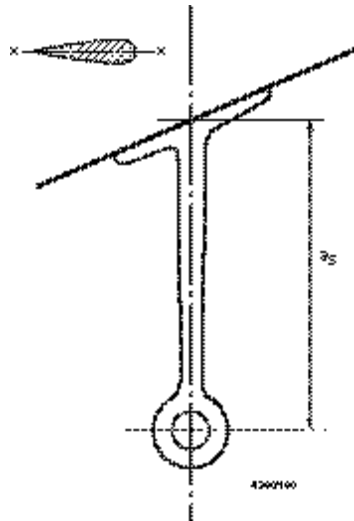


Figura 3.3.6 Arbotante de un único brazo

3.7 Arbotantes de dos brazos ("A" – escuadras)

3.7.1. El ángulo entre los brazos para arbotantes de dos brazos generalmente no tiene que ser menor de 50°. Las propuestas para que el ángulo entre los brazos sea menor de 50° serán especialmente consideradas con cálculos de soporte que se presentarán por los diseñadores.

3.7.2. Los brazos de los arbotantes de dos brazos tienen que tener un módulo de sección, Z_{xx} , de no menos del determinado en la siguiente fórmula:

$$Z_{xx} = 0,45n^3 \text{ cm}^3$$

d_t y f se dan en el punto 3.6.1 de la Sección 3, Capítulo 3, Parte 3 de las Reglas.

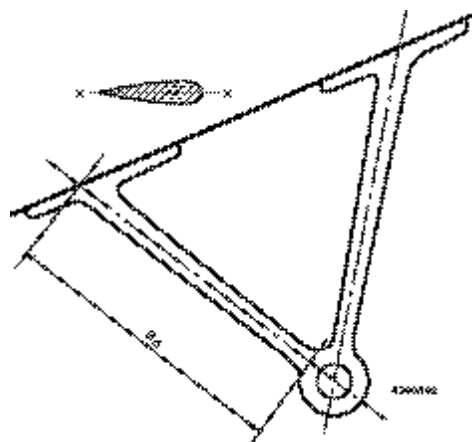


Figura 3.3.7 Arbotante de dos brazos



3.8 Arbotantes intermedios

3.8.1. La longitud y el espesor del núcleo del arbotante tiene que ser como el requerido por los puntos 3.5.7 o 3.5.8 de la Sección 3, Capítulo 3, Parte 3 de las Reglas, según sea el caso. El escantillonado de los brazos será especialmente considerado sobre la base de las Normas.

3.9 Unión de los arbotantes mediante soldadura

3.9.1. Los soportes manufacturados tienen que ser cuidadosamente diseñados para evitar o reducir el efecto de puntos duros. La continuidad de los brazos dentro de la embarcación se tiene que mantener, y tienen que estar adjuntados a las chapas de varengas substanciales u otras estructuras. La conexión de los brazos con el cojinete del núcleo tiene que ser mediante soldadura de penetración completa.

3.10 Fijación de los arbotantes mediante pernos

3.10.1. El espesor de la parte inferior del forro en la zona de las palas de la escuadra de la hélice con dos brazos se tiene que incrementar en un 50 por ciento. El espesor de la parte del fondo del forro en la zona de las palas de la escuadra de una hélice con un único brazo tiene que ser doblado en espesor. Las planchas insertadas, o laminado del forro reforzado en una embarcación FRP, tienen que estar adicionalmente soportado mediante planchas substanciales de varengas u otras estructuras.

3.10.2. En donde los arbotantes están fijados con pernos, tienen que estar provistos con palas substanciales seguramente fijadas a la estructura del casco la cual tiene que estar adecuadamente reforzada en esa zona. En donde se usan pernos, las tuercas han de estar adecuadamente cerradas.

3.10.3. Las palas de los arbotantes tienen que estar empernadas directamente sobre el forro usando un compuesto de unión. Las palas tienen que ser empernadas sobre adecuadas tiras de relleno o compuesto sellador, de un tipo apropiado, para facilitar la alineación.



3.10.4. Cuando las escuadras están empernadas sobre cornamusas de resina, planos que indiquen la siguiente información se deben presentar para su aprobación:

(a). Las cargas de empuje y momento torsor, en su caso, que se aplicarán a los elementos de unión.

(b). El par de carga que se aplicará a los empernados montados en la escuadra.

(c). El material de los pernos montados en la escuadra.

(d). El número, tamaño de la rosca, diámetro del vástago y la longitud de los pernos montados.

3.10.5. El espesor mínimo de una cornamusa de resina tiene que ser de 12 mm.

3.10.6. Las palas del arbotante tienen que tener esquinas curvadas, y la superficie de contacto forrada uniformemente. El espesor de la pala en la zona de los pernos no tiene que ser menor del espesor del núcleo del arbotante del propulsor de los puntos 3.5.7 o 3.5.8 de la Sección 3, Capítulo 3, Parte 3 de las Reglas, según proceda.

3.10.7. El diámetro de los pernos montados en la escuadra de la hélice no tiene que ser inferior a:

$$d_b = \sqrt{\frac{Z_{xx}}{8,75\pi n h \times 10^{-5}}} \text{ mm}$$

Sujeto a $d_{bmin} \geq t_b$ mm

3.10.8. Cuando el arbotante y los pernos montados en él son de distintos materiales (que son galvánicamente compatibles), el diámetro de los pernos montados en el arbotante, tal como se determina de 3.10.7, se tiene que modificar en proporción a la raíz cuadrada de la resistencia elástica de los materiales determinados. El diámetro corregido del perno de material distinto no tiene que ser inferior al espesor del núcleo del de la escuadra de la hélice.

3.10.9. Las palas del arbotante tienen que tener instaladas pernos, y dispositivos adecuados se tienen que proveer para cerrar las tuercas.



3.10.10. Una arandela se tiene que proveer, generalmente de igual escantillonado a la escuadra de pala con espesor $t_b/6$ mm, sujeto a un mínimo de 3 mm.

3.11 Fijación de los arbotantes mediante pernos

3.11.1. Las propuestas para conectar los arbotantes a cascos FRP mediante empernado estará sujeto a especial consideración. Los detalles de lo siguiente se tienen que presentar:

- (a). Preparación de la penetración del casco y la superficie interna de pernos.
- (b). Detalles de los transversales a través del pasador del puntal del arbotante.
- (c). Detalles de la sobrempernación del puntal y dispositivo pasador y la subsecuente integración del puntal dentro de la estructura primaria del casco.

3.12 Alineamiento de los arbotantes

3.12.1. Particular atención se otorgará al alineamiento de los arbotantes para minimizar la vibración y las cargas cíclicas que se transmiten desde el eje de la hélice y las hélices dentro de la estructura del casco.

3.12.2. La alineación de los arbotantes empernados tiene que ser mediante medios de tiras de relleno adecuadas o de resina de un tipo apropiado. Ver los puntos 3.10.2 y 3.10.3 de la Sección 3, Capítulo 3, Parte 3 de las Reglas.

3.12.3. La alineación de los arbotantes mediante soldadura o pernos tiene que estar facilitada por la perforación del núcleo después de la fijación del arbotante y la bocina del codaste.

3.13 Bocinas del codaste

3.13.1. La construcción de la bocina del codaste tiene que ser de aleación de aluminio, acero, bronce o fibra de plástico reforzada.

3.13.2. El escantillonado de la bocina del codaste se tiene que examinar individualmente.

3.13.3. Para los cascos de acero y aluminio, el forro del fondo, en la zona de la bocina del codaste, tiene que ser adicionalmente reforzada por medio de una



plancha insertada para aumentar el espesor del forro del fondo en un 50 por ciento.

3.13.6. La bocina del codaste tiene que estar conectada al forro mediante empernado, tornillos o soldadura, según sea el caso dependiendo del material de construcción del forro.

3.13.7. Cuando se emperna la bocina del codaste el peso del laminado no tiene que ser menor que el peso mínimo del fondo de regla. Las bocinas FRP tienen que ser raspadas y desengrasadas en profundidad antes de su instalación y el laminado. Los pernos en las bocinas metálicas tienen que ser moleteados en la zona del material del perno y profundamente desengrasados antes de su instalación. Durante la operación de empernado especial atención debe darse para mantener la alineación de la bocina del codaste.

3.13.8. Cuando la bocina del codaste tiene que ser retenida mediante pernos, estos tienen que estar provistos con una brida substancial fijada de un modo seguro a la estructura del casco. Cuando se utilizan pernos, las tuercas tienen que estar debidamente cerradas.

3.13.9. En donde la bocina del codaste tienen que estar soldadas a planchas insertadas al casco se requiere soldadura de penetración completa.

3.13.10. Cuando las bocinas del codaste se tienen que instalar usando un sistema de resina, de un tipo homologado, los requisitos del punto 4.16, Sección 4, Capítulo 2, Parte 11 de las Regla se han de cumplir.

3.13.11. La región en donde los ejes penetran en el casco, y la zona de cojinetes, tiene que estar adecuadamente soportada por varengas o cuadernas profundas.

3.13.12. Los cojinetes del eje tienen que estar protegidos contra la rotación en la bocina del codaste.

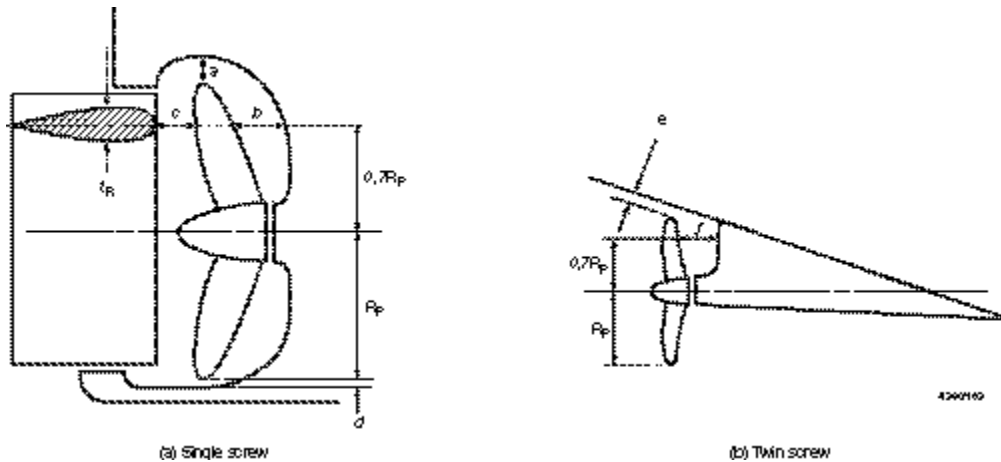


Figura 3.3.8 Espacio de la hélice

3.13.13. Un dispositivo de anillo adecuado se tiene que proveer en el extremo interior de las bocinas del codaste de acuerdo con el punto 4.15, Sección 4, Capítulo 2, Parte 11 de las Reglas.

3.15 Espacios entre el casco y la hélice

3.15.1. Los espacios recomendados mínimos entre el propulsor y el codaste, timón o casco se dan en el Cuadro 3.3.2. Estas son las distancias mínimas consideradas deseables para esperar niveles razonables de la vibración producida por la hélice. Especial atención debe darse a la importancia de las características locales de la forma del casco, potencia en el eje, características del flujo de agua dentro del disco de la hélice y cavitación cuando se consideran los espacios recomendados.

Cuadro 3.3.2 Espacios recomendados entre el casco y la hélice

Número de palas	Espacios en el casco para una hélice, en metros, ver fig. 3.3.8(a)				Espacios en el casco para dos hélices, en metros, ver fig.3.3.8(b)	
	a	b	c	d	e	f
3	1,20Kδ	1,80 Kδ	0,12δ	0,03δ	1,20 Kδ	1,20 Kδ
4	1,00 Kδ	1,50 Kδ	1,12δ	0,03δ	1,00 Kδ	1,20 Kδ
5	0,85 Kδ	1,275 Kδ	0,12δ	0,03δ	0,85 Kδ	0,85 Kδ
6	0,75 Kδ	1,125 Kδ	0,12δ	0,03δ	0,75 Kδ	0,75 Kδ
Mínimo valor	0,10 δ	0,15 δ	t _R	-	y 4 palas 0,20 δ	0,15 δ 5 y 6



					palas 0,16 ð	
NOTA Los espacios mínimos recomendados arriba también aplican a timones del tipo semi pala.						

10.1.3 Mamparos:

Son elementos transversales, longitudinales o inclinados que sirven para la compartimentación de los buques. De acuerdo con la función a realizar podemos subdividir los mamparos en:

- Mamparos resistentes: forman un conjunto con la estructura resistente del casco y cumplen con la misión de subdivisión.
- Mamparos de subdivisión: separan compartimentos estancos y deben evitar la propagación del incendio. Entre ellos podemos citar el mamparo de colisión.
- Mamparos divisorios: dividen el buque en bodegas, tanques, pañoles, etc.

Parte 3, Capítulo 2, Sección 4: Disposiciones de mamparos:

4.1.1. Los mamparos estancos, en general, tienen que extenderse a la cubierta estanca continua superior, en adelante referida como cubierta resistente y su construcción debe estar en conformidad con las Partes 6, 7 y 8 de las Reglas, según corresponda.

4.1.2. En caso de que las aberturas estén permitidas en mamparos estas han de ir provistas con dispositivos de cierre adecuados de conformidad con 4.2.

4.2 Número y disposición de los mamparos

4.2.4 Todas las embarcaciones con una eslora de Regla, L_R , superior a 25 m tienen que tener un mamparo del pique de popa, generalmente encerrando la bocina en un compartimiento estanco.

4.2.6 Todas las embarcaciones con una eslora de Regla, L_R , mayor de 25 m tienen que tener un mamparo estanco en cada extremo de la sala de máquinas, con el mamparo del pique de popa formando el mamparo de popa de la sala de máquinas en caso de que la máquina esté en la popa.



4.2.7 Mamparos adicionales estancos han de ser instalados de manera que el número total de los mamparos estén en conformidad con el Cuadro 2.4.1.

Cuadro 2.4.1 Número total de mamparos

Eslora, L_R , en metros	Número total de mamparos	
	Máquina en crujía	Máquina a popa
>15 ≤25	3	2
>25 ≤65	4	3*
>65 ≤85	4	4*
>85 ≤90	5	5*
>90 ≤105	5	5*
>105 ≤115	6	5*
>115 ≤125	6	6*
>125 ≤145	7	6*
>145	Para ser individualmente considerados	

* Con el mamparo del pique de popa formando el límite del espacio de maquinas

4.2.8 Los mamparos tienen que estar espaciados a intervalos bastante uniformes. En caso de que el espaciamiento no uniforme sea inevitable y la longitud del compartimento sea inusualmente grande, la resistencia de la embarcación se tiene que mantener mediante la instalación de bulárcamas, un mayor armamento, etc. y los detalles se tienen que presentar.

4.3 Mamparo de colisión

4.3.1 El mamparo de colisión en todas las embarcaciones que no sean barcos de pasaje se tiene que posicionar como se detalla en el Cuadro 2.4.2. Consideración se dará, no obstante, a las propuestas para que el mamparo de colisión se coloque un poco más a popa en una disposición de embarcación (b), pero no más de $0,08L_L$ desde el extremo de proa de L_L , siempre que la solicitud vaya acompañada de cálculos que muestren que la inundación del espacio delantero del mamparo de colisión no dará lugar a que cualquier parte de la cubierta de francobordo quede sumergida, o a cualquier pérdida inaceptable de estabilidad.



Cuadro 2.4.2 Posición del mamparo de colisión (excluyendo embarcaciones de pasaje)

Disposición	Eslora L_L	Distancia del mamparo de colisión después del extremo de proa de L_L , en metros	
		Mínimo	Máximo
(a)	≤ 150	$0,05 L_L$	$0,08 L_L$
(b)	≤ 150	$0,05 L_L - f_1$	$0,08 L_L - f_1$

Símbolos y definiciones

$f_1 = G/2$ o $0,015 L_L$, el que sea menor
 $G =$ Proyección del bulbo de proa después del extremo de proa de L_L , en metros
 L_L está definida en el punto 6.2 de la Sección 6, Capítulo 1, Parte 3 de las Reglas
 Disposición (a) Una embarcación que no tiene ninguna parte de su cuerpo sumergido extendiéndose después del extremo de proa de L_L
 Disposición (b) Una embarcación que tiene parte de su cuerpo sumergido extendiéndose después del extremo de proa de L_L (por ejemplo, el bulbo de proa)

4.3.5 Los accesos no deben colocarse en los mamparos de colisión. En particular, en los diseños en los que sería impracticable disponer un acceso al pique de proa que no fuese a través del mamparo de colisión, el acceso podrá admitirse a una consideración especial. En donde hayan accesos, las aberturas tienen que ser lo más pequeñas posibles y estar colocadas tan lejos de la línea de flotación como sea posible. Los dispositivos de cierre tienen que ser estancos, para abrirse en el compartimiento del pique de proa y se tendrá en consideración al funcionamiento desde un solo lado.

4.4 Mamparo del pique de proa

4.4.1 El mamparo del pique de proa, cuando sea necesario que esté instalado (en cada mitad de la embarcación multicasco) tendrá, en general, que encerrar la bocina, unidad de chorro de agua, etc. en un compartimiento estanco. En embarcaciones con dos hélices, las bocinas tienen que estar encerradas en espacios estancos adecuados, véase también el [Cuadro 2.4.1](#).

4.5 Altura del mamparo

4.5.1 El mamparo de colisión, normalmente, se tiene que extender hacia la cubierta continua superior o, en el caso de embarcaciones con puente y castillo de proa combinado o una gran superestructura, que incluya un castillo de proa,



en la cubierta de la superestructura. No obstante, si una embarcación está equipada con más de una cubierta de superestructura completa, el mamparo de colisión deberá terminar en la cubierta por encima de la cubierta de francobordo. En caso de que el mamparo de colisión se extienda por encima de la cubierta de francobordo, la extensión sólo tiene que cumplir con los estándares de estanqueidad.

4.5.2 El mamparo del pique de popa podrá terminar en la primera cubierta por encima de la línea de flotación, a condición de que la cubierta sea estanca en la bocina o en una varenga del espejo de popa.

4.5.3 El resto de mamparos estancos tienen que extenderse hasta la cubierta resistente.

4.6 Recesos estancos, pisos y rampas de carga

4.6.1 Los recesos estancos en los mamparos, generalmente, tienen que estar tan rígidos y reforzados como sea posible para proporcionar una resistencia y rigidez equivalente a la exigida para los mamparos estancos.

4.6.2 En los mamparos de colisión, cualquier receso o pasos en el mamparo tienen que estar dentro de los límites de las posiciones del mamparo dadas en el punto 4.3.1 o 4.3.3 de la Sección 4, Capítulo 2, Parte 3 de las Reglas, según sea el caso. En caso de que el mamparo se extienda por encima de la cubierta de francobordo, o la cubierta resistente en buques de pasaje, la extensión sólo necesita tener los estándares de estanqueidad. Si se produce un paso en esa cubierta, la cubierta también solo necesita cumplir los estándares de estanqueidad en la zona del paso, a menos que el paso constituya la corona de un tanque, en cuyo caso, los Requisitos para las estructuras de tanques profundos se tendrán que cumplir.

4.7 Mamparos estancos al gas

4.7.1 En caso de que los mamparos estén obligados a ser estancos al gas, de conformidad con el punto 4.2.2 de la Sección 4, Capítulo 2, Parte 3 de las Reglas, y donde esté previsto perforar tales mamparos para el paso de cables, tuberías,



tubos de ventilación, etc. mangas estancas al gas se han de colocar para mantener la integridad de la estanqueidad al gas.

4.8 Mamparos de tanques

4.8.1 Los escantillonados de mamparos de tanques profundos tienen que estar en conformidad con la Sección 7, Capítulo 3, Partes 6, 7 y 8 de las Reglas, respectivamente, para estructuras de acero, aleación de aluminio y materiales compuestos, respectivamente.

4.8.3 La longitud del brazo de soportes en los extremos de los refuerzos ha de ser 2,5 veces la profundidad del refuerzo. El espesor de los soportes no tiene que ser inferior al espesor de la cuaderna del refuerzo.

4.8.4 Las tuberías de aire y sondas tienen que cumplir con los requisitos de la Sección 11, Capítulo 2, Parte 15 de las Reglas.

4.9 Cofferdams

4.9.1 Los tanques que transporten fueloil o aceite lubricante han de estar separados mediante cofferdams de los que transportan agua de alimentación, agua dulce u aceites. Los tanques que transporten aceites vegetales u aceites similares se tienen que separar mediante cofferdams de esos que transporten agua dulce o de alimentación. Los cofferdams se han de instalar entre tanques de agua dulce y tanques de aguas negras o grises.

4.9.2 Los tanques de aceite lubricante también tienen que estar separados por cofferdams de los que transportan fueloil. Sin embargo, tales cofferdams no serán necesarios que se instalen siempre que:

(a). Los extremos comunes de los tanques de aceite lubricante y fueloil tengan soldaduras de penetración completa.

(b). Los tanques estén organizados de tal manera que los tanques de fueloil no estén, generalmente, sometidos a una presión de aceite superior a la que hay en los tanques de aceite lubricante adyacentes.



4.9.3 Los cofferdams no están requeridos entre los tanques del doble fondo de fueloil y los tanques profundos por encima, a condición de que el revestimiento del interior del fondo no esté sometido a presión del fueloil.

4.9.4 Cuando estén instalados, los cofferdams tienen que estar convenientemente ventilados.

4.9.5 Si los tanques de fueloil se encuentran necesariamente dentro o adyacentes a los espacios de maquinas, su disposición tiene que ser tal como para evitar la exposición directa del fondo al aumento de calor resultante de un incendio en la sala de máquinas. Véase la Parte 17 de las Reglas, si aplica.

4.9.6 Se debe prestar especial atención a los Requisitos Legales emitidos por las autoridades nacionales en relación con el Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación del Mar por hidrocarburos, 1973/78.

[Parte 3, Capítulo 4, Sección 2 Aberturas en los mamparos](#)

2.1 General

2.1.1 Además de los requisitos de la presente Sección, cuando se requiere el cumplimiento con la Sección 9, Capítulo 2, Parte 4 de las Reglas y Capítulo X del Convenio SOLAS 1974, (Código de naves de gran velocidad), el número y la construcción de las puertas estancas en mamparos será considerada de acuerdo con esos requisitos. Cada puerta estanca tiene que estar sometida a una prueba de presión, véase el Cuadro 1.7.1 en el Capítulo 1, Parte 3 de las Reglas. La prueba tiene que llevarse a cabo antes o después de que la puerta se instale. Las regulaciones en relación con las aberturas en los mamparos estancos de interés en embarcaciones de pasaje o de carga, según proceda, que figura en la Convención Internacional para la Seguridad de la Vida en el Mar, 1974, y las enmiendas aplicables, y la Sección 9, Capítulo 2, Parte 4 de las Reglas también deben cumplirse.

2.2 Aberturas en los mamparos por debajo de la cubierta de francobordo

2.2.1 Algunas aperturas por debajo de la cubierta de francobordo son permitidas, pero esta deberán ser las mínimas y estar provistas con medios de cierre con los



estándares de estanqueidad. El inspector debe estar de acuerdo con todas estas aberturas.

2.3 Puertas estancas

2.3.1 Las puertas estancas tienen que estar eficazmente construidas y equipadas, y tienen que ser capaces de ser operadas cuando la embarcación está escorada hasta 15° a ambos lados. Tienen que ser operadas bajo condiciones de funcionamiento y testadas con manguera en el sitio. Véase el punto 1.7.3 del Capítulo 1, Parte 3 de las Reglas.

2.3.2 Cuando las puertas están instaladas en mamparos estancos, tienen que ser de resistencia equivalente al mamparo sin aperturas y ser capaces de ser cerradas estancamente. Las puertas estancas tienen que ser de un tipo homologado y ser probadas a presión de prueba, véase el Cuadro 1.7.1 en el Capítulo 1, Parte 3 de las Reglas, desde ambos lados a una presión de agua máxima indicada por cualquier cálculo de estabilidad en avería o por encima de la cubierta de cierre, lo que sea mayor.

2.3.3. Se tienen que proporcionar indicadores en el puente mostrando si las puertas están abiertas o cerradas.

2.3.4 Las puertas tienen que ser capaces de ser operadas desde ambos lados del mamparo. Las puertas correderas operadas mecánicamente tienen que ser capaces de ser abiertas y cerradas localmente mediante mecanismos de funcionamiento tanto manual como automático.

2.3.5 Las puertas que no están requeridas de ser utilizadas en el mar tienen que ser del tipo con bisagras o correderas. Un aviso tiene que colocarse en el mecanismo de cierre explicando que debe mantenerse cerrada en cualquier momento mientras la embarcación está en el mar.

2.3.6 Las puertas estancas que están destinadas a ser utilizadas en la mar han de ser del tipo corredera, capaces de ser cerradas remotamente desde el puente. Una alarma sonora se tiene que proporcionar al cierre de la puerta. El



accionamiento, control y los indicadores han de poder accionarse en caso de fallo del suministro eléctrico principal.

2.3.7 Como alternativa a las puertas correderas requeridas por 2.3.6, se tendrá especialmente en cuenta la instalación de puertas estancas de bisagras en donde se pueda demostrar que son tan eficaces como las de tipo corredera. Un sistema adecuado debe gestionarse para garantizar que estas puertas permanecen cerradas, excepto cuando estén en uso para acceso.

2.3.8 Con sujeción a los requisitos de 2.3.6 y 2.3.7, las puertas estancas con bisagras de un modelo homologado tienen que instalarse en las posiciones aprobadas entre las cubiertas. Las bisagras de estas puertas tienen que estar equipadas con un pasador o cojinete de un cobre adecuado de conformidad con la Parte 2 de las Reglas, o de un material equivalente aceptable para Lloyd's Register.

2.3.9 No se pueden colocar accesos en los mamparos de colisión. En particular, los diseños en los que sería impracticable disponer el acceso al pique de proa de otra forma que no fuera a través del mamparo de colisión, el acceso puede permitirse con sujeción a una consideración especial. En donde se proporcionen accesos, las aberturas tienen que ser las más pequeñas posible y estar colocadas lo más lejos posible sobre la línea de flotación. Los dispositivos de cierre han de ser estancos, abiertos dentro del compartimiento del pique de proa y se estudiará la posibilidad de operarlo desde un solo costado.

2.4 Tuberías y conductos de cables, conductos de ventilación y otras entradas

2.4.1 En caso de que los requisitos de subdivisión y estabilidad en avería apliquen y donde sean necesarias las entradas en las subdivisiones estancas de tuberías, conductos, tubos u otras aberturas, se tienen que hacer los arreglos necesarios para mantener la integridad estanca.

2.4.2 Los ventiladores de los tanques profundos que pasan a los largo de entrecubiertas tienen que tener unos escantillonados adecuados para soportar las presiones a las que puedan estar sometidos, y se tienen que hacer estancos.



Parte 6, Capítulo 3, Sección 7: Mamparos y tanques profundos

7.3 Refuerzo del mamparo estanco

7.3.2. Los mamparos tienen que estar convenientemente reforzados, si es necesario, en los extremos de las vigas de la cubierta y cuando esté sometidos a cargas concentradas.

7.7 Los mamparos de colisión

7.7.1. Los escantillonados de los mamparos de colisión tienen que cumplir con los requisitos de los puntos 7.2 y 7.3 de la Sección 7, Capítulo 3, Parte 6 de las Reglas, excepto que el espesor de las placas y módulos de los refuerzos no deben ser inferiores del 12 ni mayor del 25 por ciento, respectivamente, del requerido por 7.2 y 7.3. Si el mamparo de colisión forma los límites de un tanque profundo o cofferdam entonces los requisitos de los puntos 7.4 y 7.5 de la Sección 7, Capítulo 3, Parte 6 de las Reglas, también se han de cumplir.

7.8 Mamparos herméticos

7.8.2. Los mamparos herméticos deben ser colocados para proteger los espacios de alojamiento de los gases y escapes de vapor de los sistemas de escape de las máquinas y sistemas de combustible.

7.9 Mamparos no estancos o parciales

7.9.1. Cuando un mamparo es estructural, pero no estanco los escantillonados en general tienen que ser como la de los mamparos estancos o equivalentes en resistencia a las cuerdas en la misma posición. Los mamparos parciales que no son estructurales están fuera del ámbito de clasificación de LR.

7.12 Refuerzos que pasan a través de los mamparos

7.12.1. Los miembros de refuerzo longitudinales primarios tienen que ser continuos a través de los mamparos transversales.

7.12.2. Las tuberías o cables que pasan a través de mamparos estancos tienen que estar colocados con collares estancos adecuados.

7.13 Placas aligeradas



7.13.1. Los tanques tienen que estar subdivididos, según sea necesario por placas internas de separación o placas aligeradas. Las placas de separación o placas aligeradas que soportan la estructura del casco tienen que tener unos escantillonados equivalentes a las cuadernas en la misma posición.

7.13.2. Las placas aligeradas y mamparos aligerados, en general, tienen que tener un área de perforación no inferior al 10 por ciento del área total del mamparo. Las perforaciones tienen que disponerse de tal forma que la eficiencia del mamparo como un apoyo no se vea afectada.

7.13.3. El espesor de la chapa no tiene que ser inferior que el del elemento estructural a partir del cual el mamparo aligerado está formado.

7.14 Cofferdams

7.14.1. Un cofferdam tiene que colocarse entre agua dulce y fueloil y tanques sanitarios. Los escantillonados de los cofferdams tienen que cumplir con los requisitos de los mamparos de tanques profundos o mamparos no estancos, según proceda.

7.15 Revestimientos

7.15.1. Los tanques integrales de agua dulce y fueloil tienen que ser limpiados y secados después de las pruebas y después tratados con un revestimiento adecuado, de conformidad con las recomendaciones del fabricante.

7.18 Acceso

7.18.1. Los compartimentos en la embarcación tienen que ser lo suficientemente accesibles para permitir el mantenimiento y las inspecciones estructurales futuras. Los forros en los costados de las embarcaciones, techos y mamparos, etc., tienen que poder ser extraídos. Un espacio suficiente tiene que estar disponible por debajo de las cubiertas/suelos inferiores para permitir el acceso a la estructura del fondo. Un número adecuado de orificios de inspección, paneles removibles, etc. se tienen que proporcionar.

7.18.2. Las puertas y escotillas colocadas a través de mamparos estancos tienen que ser de construcción equivalente a la del mamparo en el que están colocadas,



estar permanentemente fijadas y ser capaces de ser cerradas de forma estanca desde ambos lados del mamparo. Tienen que ser probados de forma estanca.

7.18.3. Las puertas y escotillas no deben ser instaladas en los mamparos de colisión, salvo en las embarcaciones de menos de 21 metros de eslora de Regla, LR, o en el caso en que no sea posible disponer acceso al pique de proa que no sea a través el mamparo de colisión. Cuando estén instalados, las puertas y escotillas tienen que ser estancas, tan pequeñas como sea posible y abiertas en el compartimiento del pique de proa. Las puertas en los mamparos de colisión tienen que mantenerse cerradas todas las veces mientras que la embarcación esté en la mar, véase el punto 4.3.4 de la Sección 4, Capítulo 2, Parte 3 de las Reglas.

[Parte 6, Capítulo 3, Sección 10: Puntales y puntales de los mamparos](#)

10.1 Aplicación

10.1.1. Los puntales tienen que disponerse para transmitir cargas desde las cubiertas y superestructuras en la estructura del fondo. Los puntales, generalmente tienen que ser contruidos a partir de una sección sólida, tubular o bao en I. Un puntal puede ser un túnel manufacturado o un mamparo parcial.

10.2 Determinación de la extensión de la longitud

10.2.1. La extensión de la longitud efectiva del puntal, l_{ep} , en general, es la distancia entre la cabeza y el talón del puntal. Cuando unas abrazaderas substanciales están colocadas, l_{ep} podrá reducirse en 2 / 3 de la profundidad de la abrazadera en cada extremo.

10.3 Uniones de la cabeza y el talón

10.3.1. Los puntales tienen que estar fijados en sus cabezas a placas soportadas por abrazaderas eficaces, con el fin de transmitir la carga de manera eficaz. Las placas dobles o insertadas tienen que colocarse a las cubiertas bajo grandes puntales y en el interior del fondo bajo los talones de puntales tubulares o cuadrados huecos. Los puntales tienen que tener un cojinete colocado y tienen que estar fijados en la cabeza y talón a placas mediante soldadura continua. En



las cabezas y talones de los puntales contruidos a partir de secciones laminadas, la carga tiene que estar bien distribuida mediante medios de abrazaderas longitudinales o transversales.

10.4 Alineación y disposición

10.4.1. Los puntales tienen que estar colocados en los miembros estructurales principales. En general, tienen que estar instalados por debajo de molinetes, manivelas, cabrestantes, esquinas de las casetas y en otros lugares donde se considere necesario.

10.4.2. Siempre que sea posible, los puntales de cubierta tienen que estar instalados en la misma línea vertical que los puntales de por encima y por debajo, y se tienen que hacer las disposiciones adecuadas para distribuir la carga en las cabezas y talones de todos los puntales.

10.4.3. Cuando los puntales soporten cargas excéntricas, o estén sometidos a presiones laterales, tienen que ser convenientemente reforzados para el momento de flexión adicional que se les impone.

10.5 Espesor mínimo

10.5.1. El espesor mínimo de la pared de los puntales huecos tiene que tomarse no menor del 1 / 20 de la dimensión exterior del puntal.

10.6 Cargas de diseño

10.6.1. Las cargas de diseño, P_p , que se utilizarán en la determinación de los escantillonados del puntal son las siguientes:

$$P_p = S_{gt} b_{gt} P_c + P_a \text{ kN}$$

10.7 Determinación de los escantillonados

10.7.1. El área de sección transversal del puntal, A_p , no debe ser inferior a:

$$A_p = 10 \frac{P_p}{\sigma_p} \text{ cm}^2$$

$$\sigma_p = \frac{f_p \sigma_s}{1 + 0,0051 \sigma_s k_f \left(\frac{l_{ep}}{v}\right)^2} \text{ N/mm}^2$$



Cuadro 3.10.1 Factores de ubicación del puntal

<i>Posición</i>	<i>f_p</i>
<i>Soportando la cubierta a la intemperie</i>	<i>0,50</i>
<i>Soportando la cubierta de transporte</i>	<i>0,50</i>
<i>Soportando la cubierta de pasaje</i>	<i>0,50</i>
<i>Soportando la cubierta inferior/interior</i>	<i>0,75</i>
<i>Soportando la caseta</i>	<i>0,75</i>
<i>Soportando la parte superior de la caseta</i>	<i>1,00</i>

10.9 Puntales en los tanques

10.9.1. En ninguna circunstancia los puntales tienen que pasar a través de tanques. Cuando las cargas se transmiten a través de tanques, los puntales dentro de los tanques deben estar cuidadosamente alineados con los puntales exteriores.

10.9.2. Los puntales dentro de los tanques, en general tienen que ser de sección transversal sólida. Cuando se propone utilizar puntales de sección hueca cada caso estará sujeto a una consideración especial y los escantillonados como las determinadas a partir del Reglamento pueden requerir ser incrementadas dependiendo del material a utilizar, el fluido contenido y la disposición de los puntales. Los puntales huecos tienen que estar drenados y ventilados adecuadamente.

10.1.4 Cubiertas:

Son diafragmas horizontales que subdividen en dirección vertical el buque. Tipos de cubierta:

- Cubierta principal
- Cubiertas intermedias
- Plataformas
- Cubiertas de superestructuras

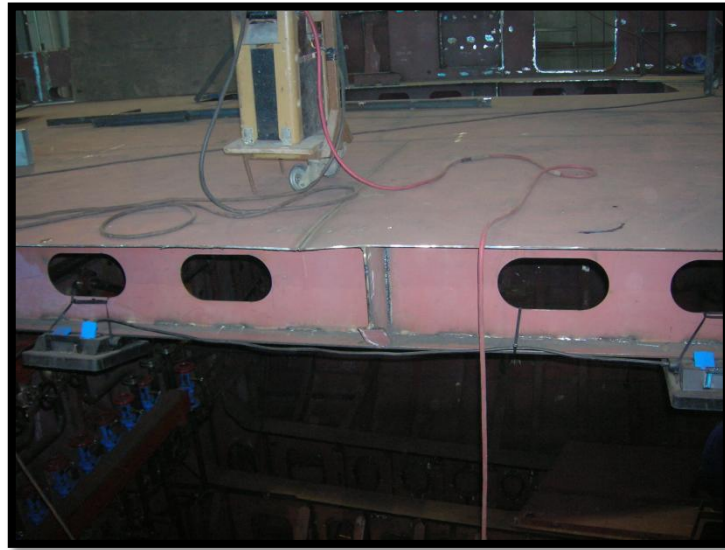


Imagen 10.3 Detalle aligeramiento en cubierta del buque

[Parte 3, Capítulo 4, Sección 5 Escotillas en las cubiertas expuestas](#)

5.1 General

5.1.2. El número y el tamaño de las escotillas y de las aberturas de acceso se ha de mantener al mínimo compatible con el buen funcionamiento de la embarcación.

5.1.3. Las escotillas han de ser estancas cuando estén cerradas, de construcción substancial y generalmente articuladas. Los medios de fijación tienen que ser tales como para que la estanqueidad pueda mantenerse en cualquier condición de la mar. Los detalles se han de presentar para su aprobación.

5.1.4. Las cubiertas de las escotillas tienen que ser construidas de acero, aleación de aluminio o de FRP. Cuando se instalen tensores, su diámetro y espaciamiento tiene que estar de acuerdo con una norma ISO o equivalente.

5.1.5. Las escotillas en la cubierta de intemperie hacia $0,25 L_R$ en la parte delantera o los espacios de máquinas tienen que estar articuladas hacia el siguiente costado.



Figura 4.5.1 Disposición de las puertas, umbrales y escotillas

Cuadro 4.5.1 Altura de las escotillas

Posición/acceso	Altura (mm) (ver nota 2)
Cubierta a la intemperie/compartimiento de maquinaria	460
Cubierta a la intemperie/cubierta baja de acomodación	150
(c) cubierta a la intemperie/apoyo de carga	460

NOTAS

1. Para las posiciones (a) y (b), ver la fig.4.5.1.
2. Las alturas reducidas de escotillas serán especialmente consideradas basándose en la notación del área de servicio restringido de la embarcación.

5.2 Altura de las brazolas

5.2.1. Las escotillas tienen que tener una altura por encima de la superficie de la cubierta de acuerdo con el Cuadro 4.5.1. Las alturas bajas serán consideradas en relación con las necesidades operacionales y la naturaleza de los espacios para los que se supone el acceso.

5.3 Escantillonados

5.3.1. Las tapas de las escotillas tienen que tener una resistencia equivalente a la de la cubierta en la que van a ser instaladas.

5.3.2. El espesor de las brazolas no tiene que ser inferior al espesor de Regla de la cubierta en las posiciones en las que están instaladas. La rigidez de la escotilla tiene que ser apropiada a su longitud y altura.

5.3.3. Las cubiertas tienen que ser adecuadamente rígidas.

5.4 Dispositivos de cierre

5.4.1. Las bisagras no se deben utilizar como dispositivos de fijación a menos que se considere especialmente.



5.4.2. Las trampillas de evacuación deben ser capaces de ser abiertas desde ambos lados.

5.5 Escotillas para la extracción de maquinaria

5.5.1. En caso de que se requieran planchas portátiles en las cubiertas para desembarcar maquinaria, o por otras razones similares, pueden ser aceptadas siempre que sean de resistencia equivalente a la cubierta no agujereada y estén fijadas mediante juntas y pernos estrechamente separados. El paso de los pernos se considerará especialmente dependiendo de la rigidez y los dispositivos de soporte de la escotilla pero no debe exceder de diez diámetros.

5.7 Soporte efectivo para grandes tapas de escotillas

5.7.1. El peso de las tapas de escotillas y cualquier carga llevada encima, junto con las fuerzas inerciales generadas por el movimiento de la embarcación, tienen que ser transmitidas efectivamente a la estructura de la embarcación. Esto se puede conseguir mediante el contacto estructural continuo de la tapa de la escotilla con la estructura de la embarcación o por medio de cojinetes. La presión del cojinete será especialmente considerada dependiendo del material de construcción.

5.8 Requisitos de la Autoridad Nacional

5.8.1. La altura de la escotilla puede estar sujeta a requisitos adicionales por parte de la Autoridad Nacional.

[Parte 3, Capítulo 4, Sección 8 Bordas, barandillas y otros medios para la protección de la tripulación](#)

8.1 General

8.1.1. Las bordas o pasamanos tienen que proporcionarse en los límites del francobordo expuesto y las cubiertas de las superestructuras y casetas del primer nivel. Las bordas o pasamanos tienen que tener no menos de 1,0 m de altura medido por encima del revestimiento, y tienen que estar construidas como lo exige el [8.2](#) y el [8.4](#) respectivamente. Se tendrá especialmente en cuenta los



casos en que dicha altura pueda interferir con el funcionamiento normal de la embarcación.

8.1.2. Los dispositivos de liberación en los baluartes tienen que estar en conformidad con la Sección 9, Capítulo 4, Parte 3 de las Reglas.

8.1.3. En su caso, se tendrá especialmente en cuenta la prestación de cables de protección en lugar de bordas o pasamanos.

8.1.4. En caso de que los cables de acero estén instalados, unos dispositivos adecuados tienen que ser proporcionados a fin de garantizar su tensión.

8.1.5. Cuando se instalen candeleros, cada tercio del candelero tiene que estar soportado por una abrazadera o estay.

8.1.6. Un buen dispositivo de paso se tiene que proporcionar en la zona de obstáculos tales como líneas de tuberías, etc.

8.2 Construcción de bordas

8.2.1. Las planchas de las bordas tienen que estar reforzadas mediante unas barandillas de sección fuerte y estar soportadas mediante estays de la cubierta. El espaciamiento de estos estays de las bordas no tiene que ser mayor de 1,83 m. Cuando las bordas están cortadas para formar un pasillo u otra apertura, estays de resistencia aumentada se tienen que colocar en los extremos de las aberturas. Las bordas tienen que estar adecuadamente reforzadas en la zona de los cadenotes para mecanismos de carga y, en la zona de cabos de amarre las placas se han de duplicar o aumentar en espesor y ser suficientemente rígidas.

8.2.3. Los estays de las bordas han de ser soportados por, o estar en línea con, el reforzamiento adecuado debajo de las cubiertas, el cual tiene que estar conectado mediante cordones de soldadura dobles y continuos en la zona de la unión de la borda con el estay.

8.3 Aperturas en las bordas

8.3.1. Las bordas no han de cortarse para pasillos u otras aberturas cerca de discontinuidades de las superestructuras, y también tienen que estar dispuestas



de forma que se asegure su autonomía de sus principales tensiones estructurales. Véase el forro exterior en los capítulos adecuados.

8.4 Pasamanos

8.4.1. La apertura por debajo del tramo más bajo del pasamanos no tiene que exceder de 230 mm. Los otros tramos tienen que ser espaciados con no más de 380 mm de separación. En el caso de embarcaciones con regalas redondeadas, los soportes del pasamanos tienen que estar colocados sobre el piso de la cubierta.

8.4.2. Medios adecuados, en forma de pasamanos, líneas de vida, barandillas, pasarelas, pasillos por debajo de cubiertas u otros sistemas equivalentes, se tienen que proporcionar para la protección de la tripulación desplazándose a y desde sus alojamientos, el espacio de máquinas y todas las demás zonas utilizadas en el trabajo necesario de la embarcación.

8.4.3. Las cadenas son permitidas sólo en longitudes cortas en la zona de aberturas de acceso.

Parte 3, Capítulo 4, Sección 9 Drenaje de cubierta

9.1 General

9.1.1. Cuando las bordas en las partes a la intemperie de las cubiertas de francobordo o de superestructuras forman espacios encerrados, se tiene que hacer amplia provisión para liberar rápidamente grandes cantidades de agua de las cubiertas por medio de puertos de liberación, y también para drenarlos.

9.2 Zona de puertos de achique

9.2.1. Se tiene que obtener la mínima área de liberación en cada lado de la embarcación para cada espacio encerrado en la cubierta de francobordo o cabina del timón saliente, donde el arrufo en el espacio encerrado no sea menor que el arrufo estándar requerido por el Convenio Internacional sobre Líneas de Carga de 1966, por medio de la siguiente fórmula:

(a). Donde la longitud, l , de la borda en el espacio encerrado es de 20 m o menos:



Área requerida = $0,7 + 0,035l$ m²

(b). donde la longitud, l, excede de 20 m

Área requerida = $0,07l$ m²

l no tiene que ser superior a $0,7L_L$, donde L_L es la eslora de la embarcación tal como se define en el punto 6.2 de la Sección 6, Capítulo 1, Parte 3 de las Reglas.

9.2.2. Si la altura media de la borda supera 1,2 m o es inferior a 0,9 m, el área libre se tiene que aumentar o disminuir, respectivamente, a $0,004$ m² por metro de longitud del espacio encerrado para cada 0,1 m aumentado o disminuido en altura respectivamente.

9.2.3. El número mínimo de área libre para cada espacio encerrado en una estructura del primer nivel tiene que ser la mitad del área calculada a partir de [9.2.1.](#)

9.2.4. Dos tercios del área de puertos de liberación requerida se tiene que proporcionar en la mitad del espacio encerrado más cercano al punto más bajo de la curva de arrufo.

9.2.8. Cuando una embarcación equipada con bordas tienen un eje continuo, o escotillas del costado continuas, o substancialmente continuas, la mínima área de liberación no tiene que ser menor que el veinte por ciento del área total de la borda donde la anchura del eje o escotilla sea $0,4B$ o menos, y no menos del diez por ciento del área total de la borda cuando la anchura del eje o escotilla sea $0,75B$ o más. El área de liberación requerida para una anchura intermedia de eje o escotilla se tiene que obtener por interpolación lineal.

9.2.9. En caso de que el eje a que se refiere 9.2.8 o su equivalente se incluye en el cálculo de francobordo, raíles abiertos se tienen que instalar por al menos el 50 por ciento de la longitud en la parte expuesta de la cubierta a la intemperie. Por otra parte, si una borda continua se coloca, la mínima área de liberación tiene que ser de al menos el 33 por ciento el área de la borda. El área de liberación tiene que ser colocada en la parte inferior de la borda.



9.2.10. *En caso de que una caseta tenga una amplitud inferior al 80 por ciento de la manga de la embarcación, o la anchura del costado de los pasillos sea superior a 1,5 m, la disposición se considerará como un espacio encerrado. En caso de que una caseta tenga una anchura igual o superior al 80 por ciento de la manga de la embarcación, o la anchura de los costados de los pasillos no exceda de 1,5 m, o cuando una pantalla de mamparo se coloque a lo largo de toda la manga de la embarcación, esta disposición se considerará como dos espacios encerrados, a proa y a popa de la caseta.*

9.2.11. *Una adecuada provisión se tiene que hacer para liberar el agua de las superestructuras que están abiertas en uno o ambos extremos y de todas las demás cubiertas dentro de espacios abiertos o parcialmente abiertos en los cuales el agua puede embarcar y quedarse encerrada.*

9.2.12. *Una adecuada provisión también ha de hacerse para la rápida expulsión del agua de los recesos formados por superestructuras, casetas y los mecanismos para la carga en las cubiertas, etc. en los cuales el agua puede embarcar y quedar encerrada. Los equipos de cubierta, particularmente en las embarcaciones de pesca, no deben ser estibados de tal manera que obstaculicen indebidamente el flujo de agua a los conductos de descarga.*

9.2.13. *Los bordes inferiores de los conductos de descarga tienen que estar lo más cercanos a la cubierta posible, y no deben estar a más de 100 mm por encima de la cubierta.*

9.3 Zona de libre circulación

9.3.1. *La eficacia de la zona de los conductos de descarga en las bordas de la embarcación no equipada con obstrucciones continuas de cubierta, depende de la libre circulación a lo largo de la cubierta.*

9.3.2. *El área de libre circulación es el área longitudinal total neta de los pasillos transversales o espacios entre escotillas y superestructuras o casetas, se tiene que tener en cuenta cualquier obstrucción como equipos u otros accesorios. La altura de los pasillos o espacios utilizados en el cálculo del área es la altura de la borda.*



9.3.3. La disposición del área de liberación en bordas tiene que estar relacionada con el área neta de libre circulación de la siguiente forma:

(a). Si la zona de libre circulación es igual o superior al área de los puertos de liberación calculada a partir de [9.2.8](#), cuando las brazolas de las escotillas son continuas, entonces la mínima área de liberación calculada a partir de [9.2.1](#) es suficiente.

(b). Si el área de libre circulación es inferior a el área de los puertos de liberación calculada a partir de [9.2.1](#), entonces la mínima área de liberación tiene que ser calculada a partir de [9.2.8](#).

(c). Si la zona de libre circulación es inferior a el área de los puertos de liberación obtenida a partir de (a), pero mayor que la obtenida en (b), la mínima área de liberación, F , en la borda se obtiene de la siguiente fórmula:

$$F = F_1 + F_2 - f_p \text{ m}^2$$

9.4 Disposiciones de los imbornales

9.4.1. Imbornales, suficientes en número y tamaño para proporcionar un drenaje efectivo, tienen que ser instalados en todas las cubiertas.

9.4.2. Los imbornales que drenan las cubiertas a la intemperie y espacios dentro de las superestructuras o casetas no equipadas con eficientes puertas estancas se han de conducir hasta la borda.

9.4.3. Los imbornales y descargas que drenan los espacios debajo de la cubierta de francobordo, o los espacios dentro de superestructuras intactas o casetas sobre la cubierta de francobordo, equipadas con eficientes puertas estancas, puede ser llevadas a las sentinas en el caso de imbornales, o de adecuados tanques sanitarios en el caso de las descargas sanitarias. Alternativamente, pueden ser transportados hasta la borda siempre que:

(a). el francobordo sea tal que el borde de la cubierta no esté inmerso cuando la embarcación escora 5° , y



(b). los imbornales están equipados con una válvula de control positivo o válvula automática de no retorno en el forro evitando que el agua pase a bordo.

9.4.4. En las embarcaciones donde un sistema homologado de extinción de incendios mediante agua pulverizada a presión fija está instalado en los espacios de vehículos o espacios de carga, los imbornales de cubierta de diámetro no inferior a 150 mm se han de proporcionar a babor y a estribor, espaciados aproximadamente 9,0 m. El área del imbornal se exigirá que se incremente si la capacidad de diseño del sistema de drenaje es superior a la capacidad de Regla necesaria en un 10 por ciento o más. Después de la instalación, las dos secciones adyacentes con la mayor capacidad drenante agregada se tienen que probar para asegurar que no hay acumulación de agua en la cubierta. Los imbornales se pueden conducir a bordo de tanques o, alternativamente, podrán ser conducidos por la borda siempre que cumplan con 9.4.3 (a) y (b). Los imbornales de drenaje a bordo no requieren válvulas pero han de ser conducidos a depósitos adecuados de drenaje (agua contaminada con gasolina u otra sustancia inflamable no se tiene que drenar hasta los espacios de máquinas o cualquier otro espacio donde una fuente de ignición puede estar presente) y la capacidad de los tanques ha de ser suficiente para mantener aproximadamente unos 10 minutos de agua drenada. Los dispositivos para vaciar estos tanques tienen que estar homologados y provistos de alarmas de alto nivel. La boca del imbornal tiene que estar protegida mediante barras.

9.4.5. Las tuberías de los imbornales de las descargas por la borda de las cubiertas a la intemperie por debajo o cerca de la línea de flotación tienen que estar provistos con válvula de no retorno o válvulas de control positivo. En caso de que las tuberías de los imbornales sean de construcción substancial, con una pared de espesor no inferior al del costado del forro más 2 mm, la válvula de no retorno o la válvula de control positivo pueden ser omitidas.

[Parte 6, Capítulo 3, Sección 8: Estructuras de cubierta](#)

8.1 General



8.1.1. El forro de la cubierta tiene que estar soportado mediante baos transversales con vigas a popa y a proa o mediante longitudinales con profundos baos transversales. Los transversales y los baos profundos transversales tienen que alinearse con las cuadernas principales del costado y cuadernas del costado, respectivamente.

8.1.2. Los baos tienen que estar colocados en cada cuaderna y estar apoyados en las cuadernas. Fuertes baos y baos transversales profundos tienen que alinearse con estos y estar unidos de manera eficaz a las cuadernas del costado. También se han de instalar en los extremos de las grandes aberturas en la cubierta.

8.1.3. El forro de la cubierta y estructura de apoyo se han de reforzar adecuadamente en la zona de las grúas, mástiles, posteleros y maquinaria de cubierta.

8.1.4. Los miembros primarios de refuerzo tienen que ser continuos y estar substancialmente soportados en las uniones de sus extremos para mantener la continuidad de la resistencia estructural.

8.1.5. Los miembros de refuerzo secundarios tienen que ser eficazmente continuos y estar soportados en las uniones de sus extremos, según proceda.

8.1.7. Los extremos de baos, longitudinales, vigas y transversales tienen que estar eficazmente contruidos en la estructura adyacente, o proporcionarse disposiciones equivalentes.

10.1.5 Superestructuras:

[Parte 3, Capítulo 2, Sección 7 Superestructuras, casetas y baluartes](#)

7.2 Definición de los niveles

7.2.2 Cuando la distancia vertical entre la cubierta resistente a la intemperie y la línea de flotación de carga es igual o superior a la suma del mínimo francobordo y una altura estándar de la superestructura, las propuestas para tratar la elevación del primer nivel como un segundo nivel, y así sucesivamente, serán



especialmente consideradas. La altura estándar de la superestructura es la altura definida en el Convenio Internacional sobre Líneas de Carga de 1966.

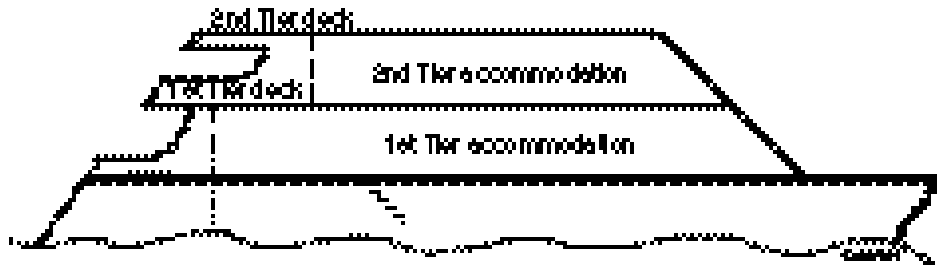


Figura 2.7.1 Definición de los niveles

7.2.3 Disposiciones adecuadas de ensambladuras han de hacerse para asegurar la continuidad de la resistencia y evitar los cambios estructurales abruptos.

[Parte 6, Capítulo 3, Sección 9: Superestructuras, casetas y baluartes.](#)

9.1 General

9.1.1. Cuando sea posible, las superestructuras y las casetas tienen que estar diseñadas con cubiertas bien curvadas y esquinas bien redondeadas para proporcionar rigidez en la estructura.

9.1.2. El forro y la estructura de apoyo se han de reforzar adecuadamente en la zona de áreas localizadas de altas tensiones como las esquinas de las aberturas, grúas, mástiles, posteleros, maquinaria, accesorios y demás cargas pesadas o de vibración.

9.1.3. Los miembros primarios de refuerzo tienen que ser continuos y estar substancialmente apoyados en las uniones de sus extremos para mantener la continuidad de la resistencia estructural.

9.1.4. Los miembros de refuerzo secundarios tienen que ser eficazmente continuos y estar soportados en las uniones de sus extremos, según proceda.

9.1.5. Las estructuras sometidas a cargas concentradas han de estar reforzadas convenientemente. Cuando puedan ocurrir las concentraciones de carga en un lado de un refuerzo, como puntales desalineados, el refuerzo tiene que estar reforzado adecuadamente contra la torsión.



9.19 Aperturas

9.19.1. *Todas las aberturas han de ser sustancialmente enmarcadas y tener las esquinas bien redondeadas. Las disposiciones se han de hacer para minimizar el efecto de discontinuidades en las construcciones. Unas brazolas continuas o vigas se tienen que colocar por debajo y por encima d puertas y aberturas similares.*

9.19.2. *Particular atención debe darse para la efectividad de los extremos de los mamparos, y el refuerzo de la cubierta superior en la zona, cuando grandes aberturas para puertas y ventanas se colocan.*

9.19.3. *Especial atención debe darse para minimizar el tamaño y número de las aberturas en los mamparos del costado en la región de los extremos de las construcciones en el $0,5L_R$ en crujía. Debe tenerse en cuenta la altura vertical de la carga de cizalla que puede ocurrir en estas áreas.*

9.20 Parteluces

9.20.1. *Las aberturas de las ventanas tienen que estar adecuadamente enmarcadas y los parteluces, en general, se requerirán.*

9.20.2. *Los escantillonados de los parteluces no tienen que ser menores de los requeridos para un refuerzo en la misma posición.*

9.20.3. *Al determinar los requisitos del refuerzo, la anchura de la chapa efectiva en ningún caso no debe tomarse como mayor de la distancia entre las aberturas de las ventanas adyacentes.*

9.21 Resistencia global

9.21.1. *La rigidez transversal se tiene que mantener a lo largo de la longitud de la construcción mediante medios de cuadernas, mamparos o mamparos parciales. Particular atención debe darse cuando el nivel superior es más amplio que su nivel de soporte y cuando las cargas importantes se transmiten a la parte superior de la casa.*



9.21.2. Cuando sea posible, las cuadernas se han de disponer en línea con los mamparos de debajo.

9.21.3. Los mamparos interiores se han de instalar en línea con los mamparos o refuerzos primarios profundos de por debajo.

9.22 Unión casa/cubierta

9.22.1. Se tiene que proporcionar un soporte adecuado bajo los extremos de las construcciones en forma de almas, puntales, diafragmas o mamparos en unión con baos de cubierta reforzados.

9.22.2. Especial atención debe darse a la unión de la construcción con la cubierta con el fin de proporcionar una adecuada distribución de la carga y evitar las concentraciones de tensión.

9.26 Batayolas

9.26.4. Las batayolas no se tienen que cortar en un pasillo u otras aberturas cerca de discontinuidades de las superestructuras.

9.26.5. Especial atención debe darse para evitar discontinuidad de la resistencia de la batayola, particularmente en la zona de incrementos locales de tensión y cambios en la altura.

9.26.6. La soldadura de la batayola al borde superior de la traca de cinta en $0,5 L_R$ en cruzía, generalmente tiene que evitarse. Sin embargo, si esta disposición no es posible la soldadura a la traca de cinta puede ser aceptada teniendo cuidado para minimizar cualquier efecto de entalla.

9.26.8. En la zona de grúas, redes de pesca, tubos de amarre, etc. el espesor del forro en la zona tiene que aumentarse en no menos que el 50 por ciento.

10.1.6 Extremos de proa y popa

[Parte 3, Capítulo 2, Sección 5 Disposiciones de los extremos de proa y popa](#)

5.3 Continuidad estructural

5.3.1 Disposiciones adecuadas de unión se harán para asegurar la continuidad de la resistencia estructural y evitar los cambios abruptos.



5.3.2 Cuando el armamento longitudinal termine y se sustituya por un sistema transversal, se han de colocar dispositivos adecuados con el fin de evitar un cambio brusco. En caso de que un castillo de proa esté instalado extendiéndose a popa $0,15L$ desde la perpendicular de proa, el armamento longitudinal de la cubierta superior y los costados superiores generalmente, tendrán que continuar hasta el extremo del mamparo de esa superestructura.

5.4 Altura mínima de la proa

5.4.1 Todas las embarcaciones marítimas deben equiparse con castillos de proa o un pico aumentado en la cubierta superior o equivalente, de tal manera que la distancia desde el calado de verano a la parte superior de la cubierta expuesta al costado perpendicular de proa no sea inferior a:

$$H_b = 56L_L \left(1 - \frac{L_L}{500}\right) \text{ mm}$$

5.5 Zona encogida de proa

5.5.1 En general la zona encogida de proa es el espacio delante del mamparo de colisión. La acomodación del pasaje y la tripulación y el transporte de combustible y otros aceites no están permitidos en la zona encogida de proa.

5.7 Bulbo de proa



Imagen 10.4 Soldadura en bulbo del buque

5.7.1. En caso de que un bulbo de proa esté instalado, las disposiciones estructurales tienen que ser tales como para que el bulbo esté adecuadamente soportado e integrado en la estructura del pique de proa.

5.7.2 En el extremo de proa del bulbo la estructura, generalmente, debe estar soportada por placas de diafragma horizontales espaciadas generalmente con 1m de separación en relación con una cuaderna profunda.

5.7.3 En general, placas de diafragma transversales verticales deben disponerse en la zona de transición desde la estructura del pique hasta la estructura del bulbo.

5.7.4 En la zona ancha del bulbo, se ha de colocar un fortalecimiento adicional en la zona de la línea central del mamparo.

5.7.5 En la zona del largo del bulbo, se ha de colocar un fortalecimiento adicional en la zona de los aligeramientos de mamparos transversales o bulárcamas espaciadas sobre el espacio de cinco cuadernas aparte.

5.7.6 El forro exterior ha de ser aumentado en espesor en el extremo de proa del bulbo y en otras zonas probables de ser dañadas por las anclas o las cadenas. El aumento del espesor de la chapa tiene que ser el mismo que el requerido para las chapas de la roda.



Parte 6, Capítulo 5, Sección 4: Puertas de proa

Sección 4 Puertas de proa

4.2 General

4.2.2. Las puertas de proa tienen que situarse por encima de la cubierta de francobordo. Un receso estanco en la cubierta de francobordo localizado a proa del mamparo de colisión y por encima de la línea de flotación más profunda colocado para la colocación de rampas u otros dispositivos mecánicos relacionados puede considerarse como parte de la cubierta de francobordo.

4.2.3. Una puerta interior debe colocarse. La puerta interior tiene que ser parte del mamparo de colisión. La puerta interior no necesita estar directamente colocada por encima del mamparo de por debajo, siempre que esté colocada dentro de los límites especificados para la posición del mamparo de colisión, véase la Sección 4, Capítulo 2, Parte 4 de las Reglas. Una vía de acceso de vehículos tiene que colocarse para este fin, siempre que su posición cumpla con la Sección 4, Capítulo 2, Parte 3 de las Reglas y la vía de acceso sea estanca a lo largo de toda su longitud. En este caso la parte superior de la vía de acceso más elevada de 2,3 m por encima de la cubierta de francobordo deberá extenderse más allá del límite especificado en la Sección 4, Capítulo 2, Parte 3 de las Reglas, si esto no es posible una puerta interior separada estanca debe instalarse, lo más lejos posible dentro de los límites especificado par la posición del mamparo de colisión.

4.2.4. Las puertas de proa tienen que colocarse como para garantizar la estanqueidad consecuente con las condiciones operacionales y para dar una protección eficaz a las puertas interiores. Las puertas interiores que formen parte del mamparo de colisión tienen que ser estancas a lo largo toda su altura en el espacio de carga y estar dispuestas con soporte de sellado fijos en el costado de popa de las puertas.

4.2.5. Las puertas de proa y puertas interiores tienen que disponerse de tal modo para que se impida la posibilidad de que la puerta de proa cause daño estructural a la puerta interior o al mamparo de colisión en caso de daño o separación de la



puerta proa. Si esto no fuera posible, una puerta interior separada estanca tiene que instarse, como se indica en [4.2.3](#).

4.3 Símbolos y definiciones

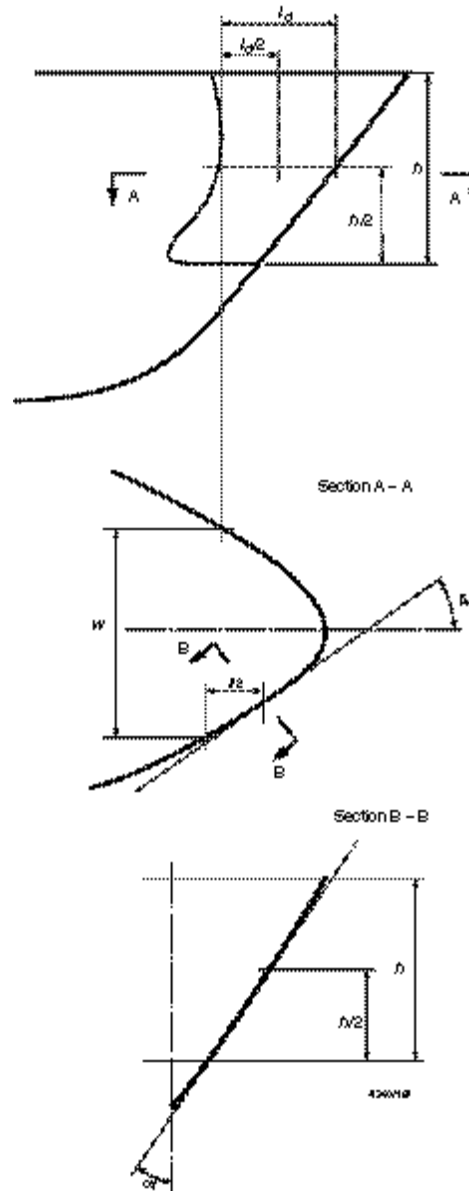


Figura 5.4.1 Medición de α_f y β_e

4.3.2. *Dispositivo de bloqueo.* Un dispositivo que bloquee al dispositivo de fijación en la posición cerrada

4.3.3. *Dispositivo de fijación.* Un dispositivo utilizado para mantener la puerta cerrada evitando la rotación sobre sus bisagras.



cargas de diseño definidas en [4.5](#). Las tensiones de cizalla, flexión y tensiones equivalentes no tienen que exceder de $80/k_s$ N/mm², $120/k_s$ N/mm² y $150/k_s$ N/mm², respectivamente.

4.4.3. Para el acero de los cojinetes de acero en los dispositivos de fijación y soporte, la presión nominal del cojinetes calculada dividiendo la fuerza de diseño por el área proyectada del cojinete no tiene que exceder del 80 por ciento del límite elástico del material del cojinete. Para otros materiales de los cojinetes, la presión permisible del cojinete tiene que determinarse de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

4.4.4. La disposición de los dispositivos de fijación y soporte tiene que ser tal para que los pernos roscados no transmitan las fuerzas de apoyo. La máxima tensión en la zona de las roscas de los pernos de acero que no transmiten las fuerzas de apoyo no tiene que exceder $125/k_s$ N/mm².

4.5 Cargas de diseño

4.5.1. La presión externa de diseño, P_e , para la determinación de los escantillonados de los miembros primarios y dispositivos de fijación y soporte de las puertas de proa no debe tomarse menor de la siguiente:

4.5.2. Las fuerzas externas de diseño, F_x , F_y y F_z , en kN, para la determinación de los escantillonados de los dispositivos de fijación y soporte de las puertas de proa deben tomarse no menores a $P_e A_x$, $P_e A_y$ y $P_e A_z$ respectivamente. En caso de que P_e sea la presión externa, definida en [4.5.1](#), con el ángulo de lanzamiento, α_f , y el ángulo de entrada, β_e , medidos en el punto de la puerta de proa, $l_d / 2$ a popa de la línea de la roda en el plano $h / 2$ por encima de la parte inferior de la puerta, como se muestra en la [Fig. 5.4.1](#). A_x , A_y , A_z y h se definen en [4.3.1](#).

4.6 Escantillonados de las puertas de proa

4.6.1. La resistencia de las puertas de proa tiene que ser consecuente con la de la estructura circundante.

4.6.2. Las puertas de proa han de estar adecuadamente reforzadas y se tienen que proporcionar los medios para evitar el movimiento lateral o vertical de las



puertas cuando se cierran. Para las visor doors una resistencia adecuada para las operaciones de abertura y cierre tienen que proporcionarse en las uniones de los brazos de levantamiento a la estructura de la puerta y a la estructura de la embarcación.

4.6.3. El espesor del forro de proa no debe tomarse menor del requerido para el forro del costado del casco, utilizando el espaciado del refuerzo de la puerta de proa, pero en ningún caso menor del espesor mínimo requerido del forro del extremo de proa del casco.

4.6.4. El módulo de la sección de los refuerzos horizontales o verticales no debe ser menor de la requerida para el extremo de la estructura. Consideración debe darse, en caso necesario, a las diferencias en la fijación entre las cuadernas de la embarcación y los refuerzos de las puertas de proa.

4.6.5. Las almas de los refuerzos tienen que tener un área de sección neta, no menor de:

$$A_s = \frac{23,5 Q_{bd}}{\sigma_s} \text{ cm}^2$$

Donde A_s , Q_{bd} y σ_s , se definen en [4.3.1](#).

4.6.6. Los refuerzos secundarios de la puerta de proa tienen que soportarse mediante miembros primarios que constituyan el refuerzo principal de la puerta.

4.7 Escantillonados de las puertas interiores

4.7.1. Los escantillonados de los miembros primarios generalmente tienen que estar soportados por cálculos directos junto con la presión externa y las tensiones admisibles dadas en [4.4.1](#). En general, las fórmulas para la teoría de la viga simple pueden aplicarse.

4.7.2. En caso de que las puertas interiores también sirvan como accesos de vehículos, los escantillonados no deben ser menores de los requeridos para las cubiertas de vehículos.



4.7.3. La distribución de las fuerzas que actúan sobre los dispositivos de fijación y soporte, en general, tiene que estar apoyada con cálculos directos teniendo en cuenta la flexibilidad de la estructura y la posición actual y rigidez de los soportes.

4.8 Fijación y soporte de las puertas de proa

4.8.1. Las puertas de proa deben equiparse con medios adecuados de fijación y soporte que sean consecuentes con la rigidez y resistencia de la estructura circundante. La estructura del casco de apoyo en la zona de las puertas de proa tiene que ser adecuada para las cargas de diseño semejantes y las tensiones de diseño como los dispositivos de fijación y soporte. En caso de que se requiera el encajonamiento, el material de encajonamiento tiene que ser de un tipo relativamente suave, y las fuerzas de soporte tienen que conducirse solos por la estructura de acero. Otros tipos de encajonamiento serán considerados. El máximo espacio de diseño entre los dispositivos de fijación y soporte, en general, no tiene que exceder de 3 mm. Unos medios para la fijación mecánica de la puerta en la posición abierta deben proporcionarse.

4.8.3. Para la apertura hacia fuera de las visor doors, la disposición del pivote generalmente tiene que ser tal para que el visor sea cierre autónomo bajo las cargas externas, que es $M_y > 0$. Además, el momento de cierre, M_y , tal como se indica en el punto 4.5.4 de la Sección 4, Capítulo 5, Parte 6 de las Reglas, no debe ser inferior de:

$$M_y = 10W_{bv}c_{bv} + 0,1(a_{bv}^2 + b_{bv}^2)^{0,5}(F_x^2 + F_z^2)^{0,5}$$

Dónde W_{bv} , a_{bv} , b_{bv} y c_{bv} , se definen en [4.3.1](#), F_x y F_z , se definen en [4.5.2](#).

4.8.4. Los dispositivos de fijación y soporte tienen que ser adecuadamente diseñados para que puedan soportar las fuerzas de reacción dentro de las tensiones permisibles dadas en [4.4.1](#).

4.8.5. Para las visor doors las fuerzas de reacción aplicadas en los dispositivos de fijación y soporte efectivos asumen la puerta como un cuerpo rígido se determinan para la siguiente combinación de las cargas externas que actúan simultáneamente junto con propio peso de la puerta



Caso 1 F_x , y F_z

Caso 2 $0,7F_y$ actuando en cada lado separadamente junto con $0,7F_x$ y $0,7F_z$

Dónde F_x , F_y y F_z se tienen que determinar cómo se indica en [4.5.2](#) y aplicadas en el centroide de las áreas proyectadas.

4.8.6. Para las puertas de abertura lateral las fuerzas de reacción aplicadas en los dispositivos de fijación y soporte efectivos que asumen la puerta como un cuerpo rígido se determinan para la siguiente combinación de cargas externas que actúan simultáneamente junto con el propio peso de la puerta:

Caso 1 F_x , F_y y F_z actuando en las dos puertas

Caso 2 $0,7F_x$ y $0,7F_z$ que actúan en las dos puertas y $0,7F_y$ actuando en cada puerta separadamente.

Dónde F_x , F_y y F_z tienen que determinarse como se indica en [4.5.2](#) y aplicadas en el centroide de las áreas proyectadas.

4.8.10. Para las visor doors, dos dispositivos de fijación tienen que proporcionarse en la parte más baja de la puerta, cada uno capaz de proporcionar la fuerza de reacción total requerida para evitar la abertura de la puerta dentro de las tensiones permisibles dadas en [4.4.1](#). El momento de abertura, M_o , a ser equilibrado mediante la fuerza de reacción, no debe tomarse menor de:

$$M_o = 10W_{bv}d_{bv} + 5 A_x a_{bv} \text{ kNm}$$

Dónde W_{bv} , A_x , d_{bv} y a_{bv} se define en [4.3.1](#).

4.8.11. Para las visor doors, los dispositivos de fijación y soporte excluyendo las bisagras tienen que ser capaces de resistir la fuerza vertical de diseño ($F_z - 10W_{bv}$), en kN, dentro de las tensiones admisibles dadas en el punto [4.4.1](#).

4.9 Disposición de fijación y bloqueo

4.9.1. Los dispositivos de fijación tienen que ser simples de operar y de fácil acceso. Los dispositivos de fijación tienen que ir equipados con un dispositivo de bloqueo mecánico (auto bloqueante o dispositivo separado), o ser del tipo gravedad. Los sistemas de abertura y cierre como los dispositivos de fijación



bloqueo tienen que estar enlazados de tal manera para que solo puedan operar en la secuencia correcta.

4.9.2. Las puertas de proa y las puertas interiores que dan acceso a las cubiertas de vehículos tienen que ir provistas con un dispositivo para el control remoto, desde una posición por encima de la cubierta de francobordo, de:

- (a). la abertura y cierre de las puertas, y*
- (b). los dispositivos asociados de fijación y bloqueo para cada puerta.*

Una indicación de la posición abierta / cerrada de cada puerta y cada dispositivo de fijación y bloqueo debe colocarse en las estaciones de los controles remotos. Los paneles de operación para la operación de las puertas no tienen que ser accesible a las personas que no están autorizadas. Una chapa de aviso, dando instrucciones en el sentido de que todos los dispositivos deben ser cerrados y bloqueados antes de salir del puerto, se tiene que colocar en cada panel operativo y tiene que estar complementado con luces de advertencia indicativas.

4.9.4. Unas luces indicadoras separadas y alarmas sonoras se tienen que proporcionar en el puente de navegación y en el panel de operación para mostrar que la puerta de proa y la puerta interior están cerrada y sus dispositivos de fijación y bloqueo están adecuadamente posicionados. El panel indicativo tiene que ir provisto con una prueba de la función. Las luces indicadoras tienen que ir provistas con una fuente de alimentación permanente, además, las disposiciones tienen que ser tales para que no sea posible apagar esas luces en el servicio.

4.9.5. El sistema de indicadores ha de ser diseñado sobre el principio de fallo seguro y tienen que mostrar mediante alarmas visuales si la puerta no está totalmente cerrada y no está bloqueada y mediante alarmas sonoras si los dispositivos de fijación se abren o los dispositivos de bloqueo no son seguros. La fuente de alimentación para el sistema de indicadores ha de ser independiente de la fuente de alimentación para el funcionamiento y el cierre de las puertas. Los sensores del sistema de indicadores tienen que protegerse del agua, la formación de hielo y los daños mecánicos.



4.9.6. *El panel indicativo en el puente de navegación tiene que estar equipado con una función de selección del modo de “puerto / viaje en el mar”, de manera que la alarma sonora suene si la embarcación sale del puerto con la puerta de proa o la puerta interior no cerrada y con cualquiera de los dispositivos de fijación no están en la posición correcta.*

4.9.7. *Un sistema de detección de fugas de agua con una alarma sonora y de vigilancia por televisión se ha de colocar para proporcionar una indicación en el puente de navegación y a la sala de control de máquinas de fuga a través de la puerta interior.*

4.9.8. *Entre la puerta de proa y la puerta interior un sistema de vigilancia por televisión tiene que instalarse con un monitor en el puente de navegación y en la sala de control de máquinas. El sistema tiene que ser capaz de controlar la posición de las puertas y un número suficiente de dispositivos de fijación. Especial consideración tiene que darse para la iluminación y el contraste de color de los objetos bajo vigilancia.*

4.9.9. *Un sistema de drenaje tiene que colocarse en el área entre la puerta de proa y la rampa, así como en el área comprendida entre el rampa y la puerta interior en caso de estar instaladas. El sistema tiene que estar equipado con una función de alarma sonora en el puente de navegación para un nivel de agua en estas áreas superior a 0,5 m por encima del nivel de la cubierta de los coches.*

[Parte 3, Capítulo 4, Sección 4 Puertas laterales y de popa y otras aberturas en el forro](#)

4.1 General

4.1.1 *Estos requisitos cubren las puertas de carga y de servicio en el costado de la embarcación (a popa del mamparo de colisión) y la zona de popa, por debajo de la cubierta de francobordo y superestructuras encerradas.*

4.1.2 *Para los requisitos de las puertas de proa véase la Sección 4, Capítulo 5 de las Partes 6 y 7 para construcciones de acero y aleación de aluminio, respectivamente.*



4.1.3 Las puertas de costado y de popa tienen que estar equipadas de modo que se garantice la estanqueidad y la integridad estructural en consonancia con su ubicación y la estructura circundante. Véase también el punto 6.8.2 y 6.9.2 de la Sección 6, Capítulo 1, Parte 3 de las Reglas.

4.1.6 Las puertas por lo general han de organizarse para abrirse hacia el exterior, sin embargo, la abertura de puertas hacia dentro se considerará siempre que se coloquen refuerzos cuando las puertas estén situadas en las dos primeras entrecubiertas por encima de la línea de flotación.

4.1.8. Cuando las puertas y las plataformas están instaladas en el forro, la integridad estructural y hermética del casco se tiene que mantener. Estas puertas y las plataformas no se tienen que dirigir directamente al interior de la embarcación y un compartimiento interno estanco se tiene que proveer en la zona de las aberturas en el forro. Las puertas y las plataformas se tienen que organizar para abrirse hacia el exterior. La altura del umbral de acceso del casco no tiene que ser inferior a 300 mm por encima de la línea de flotación y la altura del umbral de la plataforma del acceso interior al casco no tiene que ser inferior que 300 mm más alta que el umbral del casco. Disposiciones alternativas serán consideradas.

4.1.9. Las puertas pueden ser construidas de acero, aleación de aluminio o de FRP y han de ser conectados de manera eficiente a la estructura colindante y de resistencia equivalente y tienen que tener unos sistemas adecuados de fijación y sellado. Se recomienda que las puertas estén articuladas sobre sus bordes delanteros y se abran hacia el exterior. Los detalles se tienen que presentar para su aprobación. Otros materiales serán especialmente considerados.

4.1.10. Para las embarcaciones que cumplan los requisitos de la presente sección, los sistemas de fijación, apoyo y bloqueo se definen de la siguiente manera:

(a). Un dispositivo de fijación tiene que utilizarse para mantener la puerta cerrada, impidiendo que gire en torno de sus bisagras u otros dispositivos de pivote en la embarcación.



(b). Un dispositivo de apoyo tiene que utilizarse para transmitir las cargas externas e internas de la puerta a un dispositivo de fijación y del dispositivo de fijación a la estructura de la embarcación, o un dispositivo distinto de un dispositivo de fijación, como una bisagra, tapón o otro tipo de dispositivo fijo, que transmita las cargas de la puerta a la estructura de la embarcación.

(c). Un dispositivo de bloqueo tiene que utilizarse que bloquee al dispositivo de fijación en la posición cerrada.

4.3 Escantillonado

4.3.1. En general la resistencia de las puertas de costado y de popa tiene que ser equivalente a la resistencia de la estructura circundante.

4.3.2. Las aberturas de las puertas en el costado del forro tienen que tener unas esquinas bien redondeas y una adecuada compensación debe disponerse con cuadernas en los costados y vigas o equivalentes por encima y por debajo. Véase la Sección 3, Capítulo 3, Partes 6, 7 y 8 de las Reglas, para construcciones de acero, aleación de aluminio y materiales compuestos, respectivamente.

4.3.3. Las puertas se han de reforzar adecuadamente, y se han de proveer medios para impedir el movimiento de las puertas cuando están cerradas. Una resistencia adecuada se tiene que proveer en las conexiones de los brazos de levantamiento y de maniobra y bisagras a la estructura de la puerta y a la estructura de la embarcación.

4.3.4 El espesor de las planchas de la puerta no tiene que ser menor que el de las planchas del forro calculado con el espacio del refuerzo de la puerta, y en ningún caso podrá ser inferior al espesor mínimo del forro adyacente.

4.3.5. En caso de que las puertas de popa estén protegidas contra los impactos directos de las olas mediante una rampa externa permanente, el espesor de las placas de la puerta de popa se podrá reducir en un 20 por ciento en relación con los requisitos de 4.3.4. Las partes de la puerta de popa que no estén protegidas por la rampa tienen que tener un espesor de las placas en plena conformidad con 4.3.4.



4.3.6. *El módulo de la sección de los refuerzos horizontales o verticales no tiene que ser menor que el requerido para el forro del armazón adyacente usando el actual espacio de los refuerzos. Se tendrá en cuenta, cuando sea necesario, las diferencias en la fijación entre las cuadernas del forro y los refuerzos de la puerta.*

4.3.7. *En caso necesario, los refuerzos de la puerta secundaria tienen que ser soportados por miembros principales que constituyan los elementos de refuerzo principales de la puerta.*

4.3.8. *Las cuadernas de los miembros primarios tienen que estar adecuadamente reforzados, preferentemente en dirección perpendicular a las placas del forro.*

4.3.9. *La resistencia al pandeo de los miembros primarios tiene que ser especialmente considerada.*

4.3.10. *Todos los elementos de transmisión de la carga en la trayectoria de carga diseñada de la puerta a través de los dispositivos de fijación y soporte dentro de la estructura de la embarcación, incluyendo las conexiones soldadas tienen que ser del mismo estándar de resistencia que el requerido para los dispositivos de fijación y soporte.*

4.4 Puertas que actúan como rampas

4.4.1. *Cuando las puertas sirven también como rampas de transporte, las placas y refuerzos no han de ser inferiores a las requeridas para las cubiertas de transporte. Véase la Sección 3, Capítulo 5, Partes 6, 7 y 8 de las Reglas, para construcciones de acero, aleación de aluminio y materiales compuestos, respectivamente.*

4.4.2. *El diseño de las bisagras para esas puertas debe tener en cuenta el ángulo de escora o inclinación que puede dar lugar a una carga desigual en las bisagras.*

4.5 Cierre, fijación y soporte de puertas

4.5.1. *Las puertas han de estar equipadas con medios adecuados de cierre, fijación y soporte a fin de ser estar en proporción con la resistencia y rigidez de la estructura adyacente. La estructura de soporte del casco en la zona de las puertas tiene que ser adecuada para las mismas cargas y tensiones diseñadas*



que las de los dispositivos de soporte. Cuando el encajonamiento sea necesario, el material de encajonamiento tiene que ser del mismo tipo, y las fuerzas de soporte tienen que ser soportadas solo por la estructura de acero. Otros tipos de encajonamiento pueden ser considerados. La máxima separación de diseño entre los dispositivos de fijación y soporte generalmente no tiene que exceder de 3 mm.

4.5.2. Los dispositivos de fijación han de ser sencillos de operar y de fácil acceso. Deben ser de un tipo homologado.

4.5.3. Los dispositivos de fijación han de estar equipados con dispositivos mecánicos de bloqueo (auto bloqueo o medios separados), o han de ser del tipo gravedad. Los sistemas de abertura y cierre, así como los dispositivos de fijación y cierre han de estar entrelazados de tal forma que solo puedan operar en la secuencia adecuada.

4.5.4. Se tienen que proveer medios para permitir que las puertas estén mecánicamente fijadas en la posición abierta, teniendo en cuenta el peso libre de la puerta y la mínima presión del viento $1,5 \text{ kN/m}^2$ que actúan en la máxima área proyectada en la posición abierta.

4.5.5. El espacio para abrazaderas o dispositivos de cierre no tiene que exceder de 2,5 m y las abrazaderas y dispositivos de cierre tienen que estar colocados tan cerca de las esquinas como sea posible. Las disposiciones alternativas para asegurar el sellado estanco serán especialmente consideradas.

4.5.6. Las puertas con una área de abertura de 12 m^2 o más tienen que estar provistas de mecanismos operables desde una posición con control remoto. Las puertas que se encuentran parcial o totalmente por debajo de la cubierta de francobordo con un área de abertura superior a 6 m^2 tienen que estar provistas con un mecanismo para el control remoto desde una posición por encima de la cubierta de francobordo. Este control remoto tiene que estar provisto para:

(a). El cierre y la abertura de las puertas.

(b). Los dispositivos asociados de cierre y fijación.



4.5.7. La ubicación del panel de control remoto tiene que ser tal que la operación de abertura / cierre pueda ser fácilmente observada por el operador o por otros medios adecuados, como un circuito cerrado de televisión.

4.5.8. Un aviso se tiene que mostrar en el panel de funcionamiento indicando que la puerta se ha cerrado y fijado completamente, preferiblemente antes, o inmediatamente antes, de que la embarcación salga del muelle y esta operación se ha de anotar en el diario de a bordo. Este aviso tiene que ser complementado con indicadores luminosos que indiquen si alguna puerta no está completamente cerrada, fijada o bloqueada.

4.5.9. Se han de proveer medios para prevenir el funcionamiento no autorizado de las puertas.

4.5.10. Cuando los dispositivos hidráulicos se utilicen, el sistema tiene que ser bloqueable mecánicamente en la posición cerrada de modo que en caso de fallo del sistema hidráulico, los dispositivos de fijación permanezcan bloqueados. El sistema hidráulico para los dispositivos de cierre y bloqueo tienen que estar aislados de otros circuitos hidráulicos cuando está en la posición cerrada.

4.5.11. La fuerza diseñada considerada para los escantillonados de los miembros primarios, dispositivos de fijación y soporte de las puertas de costado y puertas de popa no deben tomarse inferiores a:

(a). Las fuerzas diseñadas para los elementos de fijación y soporte de las puertas de abertura hacia el interior:

Fuerza externa:

$$F_e = Ap|_e + F_p \text{ kN}$$

Fuerza interna:

$$P_i = P_o + 10W \text{ kN}$$

(b) Fuerzas diseñadas para los dispositivos de fijación y soporte de las puertas de abertura hacia el exterior:

Fuerza externa:



$$F_e = A p_e \text{ kN}$$

Fuerza interna:

$$P_i = P_o + 10W + F_p \text{ kN}$$

(c) Las fuerzas diseñadas para los miembros primarios:

Fuerza externa:

$$F_e = A p_e \text{ kN}$$

Fuerza interna:

$$P_i = P_o + 10W \text{ kN}$$

La que sea mayor.

4.7 Diseño de los elementos de fijación y soporte

4.7.1. Los dispositivos de fijación y soporte se han de diseñar para resistir las fuerzas que figuran en [4.5.11](#) utilizando las tensiones permisibles que figuran en el [cuadro 4.4.1](#). Los términos “dispositivo de fijación” y “dispositivo de soporte” están definidos en el punto 4.3, Sección 4, Capítulo 5, Parte 6 de las Reglas.

4.7.2. La tensión nominal de tracción en la zona de la rosca de los pernos no tiene que exceder la tensión permisible dada en el [cuadro 4.4.1](#). La disposición del dispositivo de fijación y soporte tiene que ser tal que los tornillos roscados no deban soportar las fuerzas de apoyo.

4.7.3. Para el acero de los cojinetes de acero en los dispositivos de fijación y soporte, la presión normal no tiene que exceder $0,8 \sigma_o$. Para otros materiales de los cojinetes, la presión permisible se tiene que determinar de acuerdo a las especificaciones del fabricante. La presión normal se tiene que calcular dividiendo la fuerza diseñada por el área proyectada.

4.7.4. Se puede requerir que la distribución de las fuerzas de reacción que actúan en los dispositivos de fijación y soporte esté apoyada por cálculos directos teniendo en cuenta la flexibilidad de la estructura del casco y la posición y rigidez de los soportes. Los dispositivos pequeños y/o flexibles, como abrazaderas,



destinados a proporcionar una carga de compresión del material, generalmente no tienen que incluirse en estos cálculos.

4.7.5. Sólo los dispositivos activos de fijación y soporte que tengan una rigidez efectiva en la dirección relevante se han de tener en cuenta en el cálculo de las fuerzas de reacción que actúan sobre los dispositivos.

4.7.6. El número de dispositivos de fijación y soporte generalmente tiene que ser el mínimo posible siempre y cuando se cumpla con [4.5.3](#) y teniendo en cuenta el espacio disponible en el casco para el soporte adecuado.

Cuadro 4.4.1 Tensión admisible para pernos, dispositivos de cierre y de soporte

Material	Dispositivos de cierre y soporte			Rosca de los pernos
	Tensión directa N/mm ²	Tensión de cizalla N/mm ²	Tensión equivalente N/mm ²	Tensión directa N/mm ²
Acero	$\frac{120}{k_s}$	$\frac{80}{k_s}$	$\frac{150}{k_s}$	$\frac{120}{k_s}$
Aluminio	$\frac{64}{k_a}$	$\frac{43}{k_a}$	$\frac{80}{k_a}$	$\frac{64}{k_a}$

NOTAS
 $k_s = 235/\sigma_o$, σ_o se define en el punto 1.2.1, Sección 1, Capítulo 3, Parte 3 de las Reglas
 $k_a = 120/\sigma_{ya}$, σ_{ya} se define en el punto 1.2.2, Sección 1, Capítulo 3, Parte 3 de las Reglas
 σ_o se define en el punto 1.2 de la Sección 1, Capítulo 3, Parte 3 de las Reglas.

4.7.7. La disposición de los dispositivos de fijación y soporte tiene que ser diseñada con exceso de manera que en caso de fallo de cualquier fijación individual o dispositivo de soporte los dispositivos restantes sean capaces de soportar las fuerzas de reacción, sin exceder, en más del 20 por ciento, de las tensiones permisibles referidas en [4.7.1](#).

4.8 Manual de funcionamiento y mantenimiento

4.8.1. Un manual de operación y mantenimiento para las puertas se ha de proveer a bordo y tiene que contener información necesaria sobre:

- (a). principales datos y planos de diseño;
- (b). condiciones de servicio, (por ejemplo, áreas de servicio restringido, espacios aceptables para los soportes);



(c). *mantenimiento y pruebas de función;*

(d). *registro de las inspecciones y reparaciones.*

Este manual se tiene que presentar para su aprobación, y deberá contener una nota recomendando que las inspecciones registradas de los soportes de las puertas y dispositivos de fijación se lleven a cabo por el personal de la embarcación en intervalos mensuales o siguiendo los incidentes que puedan resultar en daños, incluyendo las condiciones meteorológicas adversas o contacto en la región de las puertas. Cualquier daño registrado durante estas inspecciones se ha de comunicar a LR.

4.8.2. Los procedimientos documentados de operación para el cierre y la fijación de las puertas se ha de mantener a bordo y publicarse en un lugar apropiado.

4.9 Dispositivos de extracción del motor

4.9.1. En caso de que se requieran planchas portátiles para desembarcar maquinaria, o por otras razones similares, podrán ser aceptadas siempre que sean de resistencia equivalente a la estructura no cortada y estén fijadas con juntas y pernos de cierre espaciados. El espacio del paso de los pernos será especialmente considerado dependiendo de la rigidez de la escotilla y mecanismos de soporte pero no tiene que exceder de diez diámetros.

[Parte 3, Capítulo 4, Sección 6 Varias aberturas](#)

6.2 Puertas exteriores

6.2.1. Los umbrales de las puertas tienen que tener una altura por encima de la superficie de la cubierta de conformidad con el [Cuadro 4.6.1](#).

6.2.2. Las alturas reducidas de las puertas se considerarán como sigue:

(a). dependiendo de la notación del Grupo de Servicio,

(b). para puertas que sólo se utilizarán cuando la embarcación esté en el muelle, o aguas tranquilas,

(c). cuando la altura del umbral interfiera con el funcionamiento de la embarcación,



(d). donde las puertas no den acceso a espacios situados por debajo de la cubierta de francobordo.

6.2.3. La altura del umbral de la puerta puede estar sujeto a requisitos adicionales de las Autoridades Nacionales.

6.2.4. En caso de que las alturas de los umbrales de las puertas no cumplan con los requisitos del [Cuadro 4.6.1](#), las aberturas al interior de cubiertas tienen que tratarse como si fueran expuestas en la cubierta a la intemperie.

Cuadro 4.6.1 Altura del umbral de la puerta

Posición/acceso	Altura(mm)
(1) Cubierta a la intemperie/compartimiento de maquinas (ver nota 2)	460
(2) Cubierta a la intemperie/acomodación baja	230
(3) Cubierta a la intemperie/acomodación 1r nivel	150
(4) 1r nivel/acomodación 1r nivel	100
(5) 1r nivel/acomodación 2º nivel	50

NOTAS

1. Para las posiciones (1), (2), etc., ver fig.4.5.1.

2. En donde el acceso al espacio de maquinas esté protegido por una puerta hermética externa, el umbral interno de la puerta o escotilla tiene que tener 230 mm de altura junto con una altura del umbral externo de 230 mm.

6,3 Aberturas para la inspección y escotillas

6.3.1. Las aberturas para la inspección y escotillas colocadas en posiciones 1 y 2, o dentro de superestructuras que no sean superestructuras encerradas, tienen que cerrarse mediante cubiertas substanciales capaces de ser estancas. A menos que sean cerradas mediante pernos estrechamente espaciados, las cubiertas tienen que ser fijadas permanente.

6.4 Escotillas dentro de superestructuras encerradas o entrecubiertas

6.4.1. Los requisitos de la Sección 5, Capítulo 4, Parte 3 de las Reglas, se han de cumplir cuando sea posible.

6.4.2. Las escotillas de acceso dentro de una superestructura o escotillas de acceso dentro de una superestructura o caseta en la posición 1 ó 2 no necesitan



estar dotadas de medios de cierre si todas las aberturas en los mamparos que la rodean tienen dispositivos de cierre estancos.

6.5 Escaleras, puertas y accesos en cubiertas a la intemperie

6.5.1. Las escaleras en las cubiertas a la intemperie tienen que ser de construcción, estanqueidad y resistencia equivalente a una caseta en la misma posición y efectivamente fijadas a la cubierta.

6.5.2. Aberturas de acceso:

(a). Los mamparos en los extremos de las superestructuras cerradas,

(b). Las casetas o escaleras protegiendo aberturas que llevan a las superestructuras o a los espacios situados por debajo de la cubierta de francobordo, y

(c). Las casetas en una caseta de protección de una abertura que conduzcan a un espacio por debajo de la cubierta de francobordo,

tienen que estar equipados con puertas de acero, aleación de aluminio, FRP o de otro material equivalente, permanentemente y fuertemente fijadas al mamparo y enmarcadas, rígidas y montadas de forma que toda la estructura sea de resistencia equivalente al mamparo no agujereado y estancas cuando están cerradas. Las puertas han de estar selladas y aseguradas mediante medios de dispositivos de sujeción o mecanismos equivalentes, permanentemente adjuntos al mamparo o a la puerta. Las puertas, en general, han de abrirse hacia el exterior y ser capaces de ser operadas y fijadas desde ambos lados. La altura del umbral tiene que ser como lo requerida en [6.2](#). Las puertas dobles han de tener una resistencia equivalente al mamparo no agujereado, y en la posición 1, un pilar de centro, se tiene que facilitar el cual tiene que ser portátil.

6.5.3. En otros lugares las puertas pueden ser de madera dura o material equivalente y deben tener una resistencia equivalente al mamparo no agujereado.

6.5.4. Los portillos o ventanas en las puertas tienen que cumplir con los requisitos indicados en la Sección 7, Capítulo 4, Parte 3 de las Reglas. Las lumbreras o cubiertas de tormenta deben ser externas.



6.5.5. Cuando los dispositivos de cierre de las aberturas en las superestructuras y las casetas no cumplen con 6.5.2, las aberturas interiores de cubierta se considerarán como si estuvieran expuestas en la cubierta a la intemperie.

6.5.6. Las puertas en la cubierta a la intemperie (primer nivel) que protegen el acceso directo a los espacios de máquinas tienen que ser de construcción substancial de acuerdo con los planos aprobados o un estándar Nacional o Internacional reconocido. Tienen que estar permanentemente fijadas al forro, ser de abertura exterior y estar selladas herméticamente con un mínimo de seis abrazaderas y tener una altura del umbral de conformidad con el punto [6.2](#).

6.5.7. Las puertas en la cubierta a la intemperie hacia el alojamiento o espacios que protejan el acceso por debajo tienen que ser como se requiere en 6.5.6 con un mínimo de cuatro abrazaderas.

6.5.8. En caso de que se propongan puertas de madera en la cubierta a la intemperie en lugar de puertas como por 6.5.7, han de ser firmemente construidas de madera dura de no menos de 45 mm de espesor y de doble sellado. Para las puertas en lugares expuestos, se requerirán dispositivos de fijación adicional mediante pernos deslizantes, abrazaderas o equivalente. Estas puertas no deben ser el único medio de entrada o salida del espacio. Cuando estas puertas pueden requerirse como medios de escape en una situación de emergencia, los dispositivos adicionales de seguridad han de poder accionarse desde ambos lados.

6.5.9. Las puertas FRP no deben colocarse en las aberturas de acceso en donde la integridad al fuego de clase "A", "B" o "C" se requiera, o en casetas de sala de máquinas.

6.5.10. Las puertas en el segundo nivel han de ser como se requiere en 6.5.6 con un mínimo de cuatro abrazaderas.

[Parte 3, Capítulo 4, Sección 7 Portillos, ventanas y ojos de buey, lumbreras y paredes de cristal](#)

7.1 General



7.1.1. Esta sección da los requisitos para portillos, ventanas, ojos de buey, puertas correderas de cristal, paredes de cristal, lumbreras, materiales vidriados, lumbreras y tapas de tormenta.

7.1.2. Los imbornales de los costados y ojos de buey se consideran portillos.

7.1.3. Un plano que muestre la ubicación de portillos, ventanas, ojos de buey, claraboyas y paredes de cristal se habrá de presentar.

7.1.4. Los portillos y ventanas, junto con sus cristales y lumbreras si se requieren, han de ser de un diseño aprobado o de conformidad con un estándar reconocido Nacional o Internacional.

7.1.5. El cristal en los portillos, ventanas y claraboyas tiene que ser cristal seguro térmicamente endurecido con un espesor en conformidad con los planos aprobados o estándares reconocidos Nacionales o internacionales en relación con su ubicación.

7.1.6. Cuando se tiene en cuenta el uso de materiales vidriados que no sean endurecidos térmicamente, el espesor y las disposiciones tienen que tener en cuenta las diferentes propiedades de los materiales y ser aprobados.

7.1.7. La aceptación de material vidriado "pegado", cuando se proponga, estará sujeto a un tipo de homologación o aprobación individual y pruebas, según proceda.

7.1.8. La utilización de marcos de goma, generalmente, no es aceptable.

7.1.9. En la posición 2, los mamparos de las cabinas y puertas se consideran eficaces entre los portillos o ventanas y el acceso de por debajo.

7.3 Requisitos de la Autoridad Nacional

7.3.1. Además de los requisitos de la presente Sección, en su caso, se tiene que tener en cuenta los requisitos obligatorios de la Autoridad Nacional.

7.4 Portillos

7.4.1. Los portillos han de estar de acuerdo con un estándar Nacional o Internacional reconocido o de un tipo aceptado por las respectivas posiciones y



tener un tipo de certificado válido de homologación de LR. En caso de que el portillo no sea de un tipo homologado, todos los detalles se han de presentar para su aprobación en cada caso.

7.4.2. Los portillos pueden ser redondos, elípticos o alargados y tienen que ser de construcción substancial.

7.4.3. Los portillos no se tienen que instalar en los espacios de máquinas.

7.4.4. Ningún portillo se ha de instalar en una posición tal que su umbral esté por debajo de una línea trazada paralelamente al costado de la cubierta de francobordo y que tenga su punto más bajo a un 2,5 por ciento de la manga, B , por encima de la línea de flotación de carga correspondiente al francobordo de verano (tal como se define en el punto 6.2.7, Sección 6, Capítulo 1, Parte 3 de las Reglas), o 500 mm, la distancia que sea mayor (ver Fig. 4.7.1).

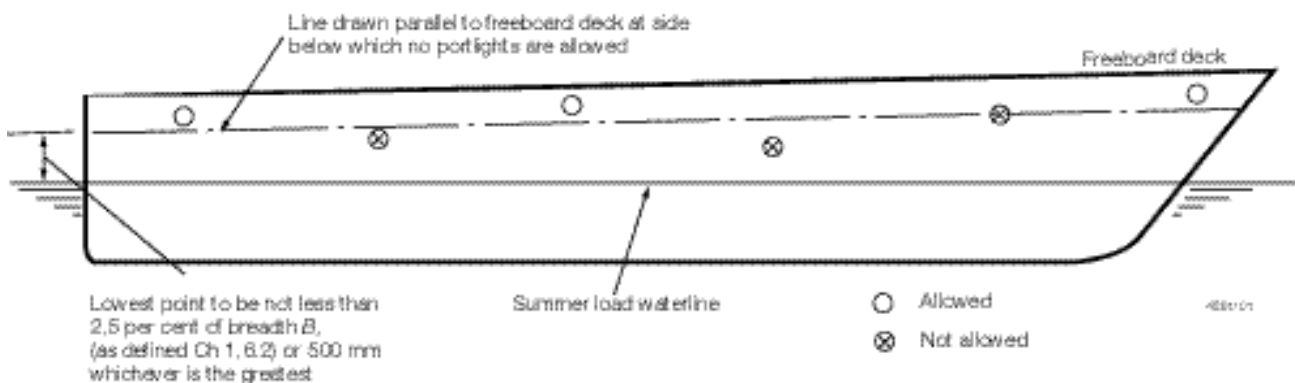


Figura 4.7.1 Posición de los portillos

7.4.5. Las lumbreras o tapas de tormenta para los portillos deben proporcionarse de conformidad con el [7.12](#).

7.5 Ventanas

7.5.1. Las ventanas han de estar en conformidad con un estándar reconocido Nacional o Internacional o con un tipo homologado para la posición respectiva y teniendo un tipo de certificado de aprobación de LR.



7.5.2. En caso de que una ventana no esté homologada, todos los detalles se han de presentar para su aprobación en cada caso y el prototipo probado de conformidad con los requisitos de 7.5.3 a 7.5.5.

7.5.3. Una prueba hidrostática se ha de llevar a cabo con el fin de examinar la estanqueidad. Una presión de diseño p , p se da en [7.8.1](#), se ha de aplicar y mantener durante al menos 15 minutos.

7.5.4. Una prueba hidrostática se llevará a cabo con el fin de examinar la capacidad de los dispositivos de retención del marco y del vidrio. Una presión de diseño $4p$, donde p se da en [7.8.1](#) se tiene que aplicar. Por otra parte esta prueba puede llevarse a cabo utilizando una chapa de acero en lugar del vidrio. Lo ideal sería que el espesor de la chapa de acero fuera de un espesor adecuado reducido para simular el rendimiento flexional del vidrio.

7.5.5. Propuestas equivalentes para la realización de pruebas serán consideradas. En caso de que se propongan procedimientos de ensayo alternativos, tienen que ser acordados con LR antes de comenzar.

7.5.6. Las ventanas de cristal, en general, tienen que ser de cristal endurecido térmicamente, instaladas en marcos substanciales que soporten ambas caras del vidrio y efectivamente fijadas a la estructura. El contacto del vidrio con el metal se debe evitar.

7.5.7. En general, las ventanas no se deben instalar en el casco por debajo de la cubierta a la intemperie.

7.5.8. Las ventanas, en general, no se deben colocar en los extremos de los mamparos de superestructuras en la posición 1.

7.5.9. La ventana vidriada de la cabina del timón tiene que ser de vidrio endurecido térmicamente, o cuando es de construcción laminada o sándwich, las capas superficiales han de ser de vidrio endurecido térmicamente.

7.5.10. Las grandes ventanas en los extremos de popa de las superestructuras o casetas serán especialmente consideradas.



7.5.11. Las aberturas en el forro para las ventanas han de tener las esquinas bien redondeadas.

7.5.12. Las tapas de tormenta o lumbreras para las ventanas se han de proveer de conformidad con el [7.12](#).

7.6 Ojos de buey

7.6.1. En general, los ojos de buey no deben ser instalados en el fondo del casco de embarcaciones de alta velocidad.

7.6.2. Los ojos de buey han de ser estancos y de construcción substancial de conformidad con los planos aprobados.

7.6.3. El cristal tiene que ser instalado en sólidos marcos que soporten ambas caras del cristal y estar efectivamente fijado a la estructura del casco.

7.6.4. Cuando sea posible, los ojos de buey tienen que ir equipados con eficientes lumbreras articuladas que sean capaces de ser eficazmente cerradas y fijadas estancamente, con o sin el cristal en su lugar.

7.6.5. Las pruebas de presión hidrostática se han de llevar a cabo para confirmar que la construcción prevista, cuando esté instalada en el casco, es capaz de resistir una presión de cuatro veces la presión de cálculo y permanecer estanca. En caso de que se instale una lumbrera, esta prueba también se tiene que llevar a cabo sin el cristal y con la lumbrera cerrada.

7.7 Puertas correderas de cristal o "paredes de cristal"

7.7.1. Las grandes puertas de cristal o las ventanas en los extremos de popa de las superestructuras y las casetas u otras grandes estructuras de vidrio que formen los lados, extremos o los techos de las casetas serán especialmente considerados.

7.7.2. Cuando las puertas correderas de cristal están colocadas, o una "paredes de cristal" que incluyen un acceso, un acceso alternativo o salida desde el espacio se tiene que proporcionar y las disposiciones han de estar de conformidad con los



planos aprobados y ser estancos en consonancia con su posición. La altura del umbral, en general tiene que estar en conformidad con el punto [6.2](#).

7.7.3. El cristal tiene que ser templado de seguridad, o su equivalente, y de considerable espesor de conformidad con el 7.8, 7.9 o 7.10, según proceda.

7.7.4. Las tapas de tormenta se tienen que proporcionar de conformidad con [7.12.11](#).

7.8 Espesor del cristal templado de seguridad

7.8.1. El espesor, t , del cristal templado de seguridad no tiene que ser menor de 6 mm o el dado por la siguiente expresión, el que sea mayor:

Para cristal de forma rectangular

$$t = 0,005b\sqrt{\beta_p} \text{ mm}$$

Para cristal de forma circular

$$t = 0,00559r\sqrt{p} \text{ mm}$$

7.8.2. Para las ventanas de forma trapezoidal, la longitud de la ventana, a , se tiene que tomar como la media de la longitud de los costados más largos. El valor de b , la longitud del costado más corto, se tiene que determinar de forma similar.

7.9 Espesor del laminado de cristal

7.9.1. El laminado del cristal templado de seguridad se puede utilizar teniendo un espesor mayor que el de una sola lamina de cristal templado de seguridad para el mismo tamaño de ventana, tal como se muestra en:

$$t_s^2 = t_{i1}^2 + t_{i2}^2 + \dots + t_{in}^2 \text{ mm}$$

7.10 Otros materiales vidriados

7.10.1. Los materiales diferentes del cristal se pueden utilizar para las ventanas, excepto en el caso del puente, con el espesor obtenido multiplicando el espesor del cristal templado de seguridad por un factor de 1,3 para el policarbonato y 1,5 para el acrílico. Consideración debe darse a las construcciones de materiales compuestos y multi capas donde los resultados documentados de la prueba de



presión confirmen que la construcción prevista, cuando se instale en su marco apropiado, será capaz de soportar una prueba de presión de cuatro veces la presión de diseño y permanecer estanco.

7.11 Requisitos de las aberturas y los marcos

7.11.1. La resistencia y escantillado de la sección del marco tiene que ser la apropiada para el tamaño de la ventana, el tipo de cristal utilizado y su método de bancada. El cristal tiene que estar fijado a su marco de conformidad con las instrucciones y recomendaciones del fabricante; el contacto del metal con el cristal se tiene que evitar.

7.11.2. Los marcos de goma no son aceptables para las ventanas en las posiciones 1 y 2, y, generalmente no son aceptables en cualquier otra posición en las casteas externas. Cualquier propuesta para ajustar los marcos se tiene que presentar para su consideración. Las localizaciones propuestas, escantillado de los marcos, espesor del cristal y los resultados de las pruebas llevadas a cabo, han de ser remitidos.

7.12 Lumbreras y tapas de tormenta

7.12.1. Los portillos instalados en los espacios debajo de la cubierta, o en espacios dentro de superestructuras cerradas, se deben equipar con lumbreras interiores eficientes y articuladas que sean capaces de ser cerradas y fijadas estancamente.

7.12.2. En las embarcaciones de servicio de menos de 24 m de eslora de Regla, L_R, y yates, los portillos en el casco en la zona del alojamiento deben tener lumbreras portátiles, siempre y cuando se almacenen junto al portillo y se puedan instalar rápidamente. Asimismo, en la caso de estas embarcaciones, los portillos en las superestructuras o casetas no requieren tener lumbreras, excepto en el cubierta a la intemperie en las posiciones expuestas o protegiendo el acceso directo por debajo, en cuyo caso, tienen que estar provistas con lumbreras o tapas de tormenta.



7.12.7. Las lumbreras y tapas de tormenta no se requieren para los portillos y ventas del segundo nivel.

7.12.8. En caso de que el puente esté en la Posición 2, en lugar de las tapas de tormenta proporcionadas para las ventanas del puente, una tapa estanca, colocada en una brazola de no menos de 230 mm de altura alrededor de la abertura de la escalera interna dentro del puente, puede ser aceptada. Si esta disposición es aceptada, los medios adecuados de drenaje del puente se tienen que proporcionar.

7.12.9. Si es necesario, por consideraciones prácticas, las tapas de tormenta pueden estar en dos partes.

7.12.10. Las casetas situadas en una cubierta de saltillo deben ser tratadas como si estuvieran en la posición 2 en lo que respecta a la prestación de las lumbreras se refiere, siempre que la altura de la cubierta de saltillo sea igual o superior a la altura reglamentaria.

7.12.11. Puertas correderas de cristal tienen que estar provistas con tapas de tormenta de construcción fuerte, o, en el caso de una «pared de cristal», puede estar protegida con persianas enrolladas o equivalente fuertemente construidas, que se puedan bajar y fijar rápidamente para proporcionar una protección adecuada. Cuando sea necesario, se tienen que proporcionar unos soportes portátiles adicionales para la tapa. Los arreglos han de estar de conformidad con los planos aprobados. Los arreglos alternativos serán especialmente considerados. En lugar de una brazola estanca para la tapa, se tiene que proporcionar un drenaje adecuado entre la tapa y el cristal el cual puede ser en forma de un sumidero drenado por la borda, con una reja encima.

7.12.12. Las lumbreras y tapas de tormenta tienen que ser estancas y de resistencia equivalente a la estructura circundante.

7.12.13. Las lumbreras portátiles y tapas de tormenta tienen que estar claramente marcadas para indicar que los portillos o ventanas encajan y están estibados de tal manera que sean fácilmente instalados.



7.13 Salidas de emergencia

7.13.1. Los portillos o ventanas propuestos como salidas de emergencia tienen que ser capaces de ser abiertos por ambas partes y tener una abertura despejada mínima de 600 mm x 600 mm.

7.14 Lumbreras

7.14.1. Las lumbreras, en caso de estar instaladas, tienen que ser de construcción substancial y estar bien sujetas a sus brazolas. La altura del borde inferior de la apertura tiene que ser como la requerida por el punto 5.2.1, Sección 5, Capítulo 4, Parte 3 de las Reglas. Los escantillonados de la brazola tienen que ser como se requiere en el punto 5.3.2, Sección 5, Capítulo 4, Parte 3 de las Reglas. El espesor de los cristales en lumbreras fijas o abiertas tiene que ser el apropiado a su tamaño y posición según sea necesario para portillos o ventanas. Los cristales en cualquier posición han de estar protegidos contra daños mecánicos, y en caso de estar instalados en Posiciones 1 ó 2 (según se define en el punto 6.10, de la Sección 6, Capítulo 1, Parte 3 de las Reglas) deben estar provistos con lumbreras robustas o tapas de tormenta permanentemente fijadas.

7.15 Pruebas tras la finalización e instalación

7.15.1. Con el fin de demostrar que los requisitos de la presente Sección se cumplen los mecanismos de cierre tienen que ser operados bajo condiciones de funcionamiento a satisfacción del inspector.

7.15.2. Los elementos que figuran en el Cuadro 1.7.1, en el Capítulo 1, Parte 3 de las Reglas, tienen que ser probados con la manguera, a satisfacción del inspector.

10.1.7 Sala de máquinas:

Sala de máquinas: son espacios del buque destinados a contener instalaciones propulsoras, por ejemplo: motor principal, turbinas, etc.

[Parte 3, Capítulo 2, Sección 6 Disposiciones del espacio de máquinas](#)

6.2 Configuración estructural



6.2.1 Los requisitos se atribuyen a las embarcaciones construidas utilizando un sistema de estructura transversal o longitudinal, o una combinación de ambos.

6.2.2 Para los espacios de máquinas situados a popa, cuando la estructura longitudinal termine y se sustituye por la estructura transversal, una adecuada disposición de ensambladura de la estructura longitudinal se ha de llevar a cabo. Véase también el punto 5.3, Sección 5, Capítulo 2, Parte 3 de las Reglas.

6.2.3 El espaciado máximo, S_{max} de las bulárcamas en las salas de máquinas de estructura longitudinal no tiene que exceder de 3,8 m. Además para las embarcaciones con estructura transversal, en la zona del espacio de máquinas situado cerca del pique de popa, el espaciado de las bulárcamas no tiene que ser superior al espacio de seis cuadernas transversales.

6.2.4 En caso de que el espacio de máquinas se encuentre situado en la región de crujía, se recomienda que las bulárcamas estén situadas en la sala de máquinas, espaciadas no más de seis cuadernas de separación y se extiendan desde la parte superior del tanque al nivel de la cubierta más baja sobre la línea de flotación. Los escantillonados de esas cuadernas tienen que ser tales para que el módulo de la sección combinada de la bulárcama y las cuadernas principales o "cuadernas entre cubiertas" sea superior al 50% que el requerido para la estructura transversal normal. Estas cuadernas podrán omitirse si el módulo de la sección de las cuadernas transversales está aumentado en un 50%.

6.3 Continuidad estructural

6.3.1 Disposiciones adecuadas de ensamblaje se tienen que hacer para asegurar la continuidad de la resistencia y evitar discontinuidades estructurales en el caso de que la estructura que contribuye a la resistencia longitudinal principal de la embarcación se omita en la zona del espacio de máquinas.

6.4 Estructura de la cubierta

6.4.1 Las esquinas de las aberturas de la sala de máquinas deben ser de forma y diseño apropiado para minimizar las concentraciones de tensiones.

6.5 Estructura del costado del casco



6.5.1 *La estructura del costado del casco se tiene que construir de acuerdo con los escantillonados indicados en las Parte 6, 7 y 8 de las Reglas, para estructuras de acero, aleación de aluminio y materiales compuestos, respectivamente.*

6.5.2 *Los requisitos generales para las bulárcamas se dan en esta sección para, tanto sistemas de estructuras longitudinales como transversales. En caso de que se adopte una estructura longitudinal en región de crujía se tiene que llevar lo más lejos posible hacia proa y hacia popa.*

6.5.3 *Un sistema de estructura transversal tiene que estar adicionalmente reforzado mediante bulárcamas colocadas entre espacios de seis cuadernas. Dónde se adopte un sistema de estructura longitudinal, el espaciamiento de los transversales no tiene que exceder de 2,5 m.*

6.6 Estructura del fondo y del doble fondo

6.6.7 *En las embarcaciones a motor, el espesor de los pisos en los espacios de máquinas tiene que ser 1mm mayor que el requerido por las secciones apropiadas de las Partes 6, 7 y 8 de las Reglas, para embarcaciones construidas de acero, aleaciones de aluminio y materiales compuestos, respectivamente.*

6.6.10 *Una viga central se tiene que instalar en asociación con cuadernas transversales, transversales que soporten los longitudinales o donde la amplitud de las varengas en el borde superior sea mayor que 1,5m. En donde la amplitud de las varengas en el borde superior exceda de 6,0m, una viga de costado también tiene que colocarse en cada lado de la viga central.*

6.6.11 *Todas las vigas se han de extender lo más lejos a proa y a popa como sea posible y se tiene que tener cuidado para evitar las discontinuidades abruptas.*

6.6.12 *Las vigas centrales instaladas en asociación con quillas de chapa plana tienen que formarse de placas intercostales o continuas con una cara plana continua soldada en el borde superior.*

6.7 Envolturas de la maquinaria

6.7.2 *En caso de que los refuerzos de las envolturas transporten cargas desde los transversales de las cubiertas, vigas, etc., o cuando estén en línea con los pilares*



de abajo, han de ser convenientemente aumentados. Véase también la Sección 10, Capítulo 3, Partes 6, 7 y 8 de las Reglas, para las embarcaciones construidas en acero, aleaciones de aluminio y materiales compuestos, respectivamente.

6.7.3 Donde los costados de las envolturas actúen como soportes de vigas a lo largo de las cubiertas, tiene que tenerse en cuenta que las aberturas de los accesos no debiliten seriamente la estructura. Las aberturas se han de enmarcar eficazmente y reforzarse si es necesario. Especial atención se dará al reforzamiento donde la envoltura soporte los conductos de salida de humos o gases de escape.

6.7.4 Las envolturas de los mamparos se harán estancos al gas y las puertas de acceso han de ser del tipo estanco al gas de cierre automático.

6.9 Asientos de la maquinaria

6.9.1 Los motores principales y auxiliares en embarcaciones a motor y auxiliares a vela han de estar eficazmente fijados a la estructura del casco mediante asientos de escantillonados adecuados para resistir las fuerzas gravitacionales, el impulso, el par y las fuerzas de vibración que pueden imponerse sobre ellos.

6.9.2 Las vigas longitudinales que forman los asientos del motor se han de extender tan lejos hacia proa y hacia popa como sea posible y estar apoyadas adecuadamente por varengas transversales o abrazaderas.

6.9.3 A la hora de determinar los escantillonados de los asientos para motores Diesel, se tiene que tener en cuenta la rigidez general del motor en sí mismo y sus características de diseño con respecto al equilibrio de fuerzas.

6.9.4 Los asientos han de diseñarse de tal manera que distribuyan las fuerzas del motor(es) tan uniformemente como sea posible en la estructura de apoyo. Vigas longitudinales que soporten los asientos se tienen que disponer en fondos o dobles fondos y, en general, se tienen que extender sobre toda la longitud del espacio de máquinas. Los extremos de las vigas deben estar empotrados dentro de la estructura del fondo por al menos espacios de dos cuadernas. Abrazaderas transversales adecuadas se tienen que disponer en línea con varengas.



Pequeñas abrazaderas pueden requerirse bajo la chapa superior en la zona de los tornillos de sujeción.

6.9.5 Para las instalaciones de turbinas de gas, los asientos se han de concebir de forma que proporcionen un apoyo efectivo y garanticen su correcta alineación con los engranajes y, en su caso, permitan la expansión térmica de las envolturas. En general, los asientos no deben ser dispuestos en la zona de fracturas o recesos en el doble fondo.

6.9.6 La maquinaria auxiliar debe estar fijada en asientos, de escantillonados adecuados, dispuestos de forma que distribuyan las cargas uniformemente en la estructura de apoyo.

6.10 Bloques de empuje

6.10.1 Los motores principales y los cojinetes de empuje deben estar eficazmente fijados a la estructura del casco mediante asientos de adecuados escantillonados para resistir las diversas fuerzas gravitacionales, el impulso, el par y las fuerzas dinámicas y de vibración que pueden sufrir.

10.1.8 Timones:

[Parte 3, Capítulo 3, Sección 2 Timones.](#)

2.5 Disposición de los timones

2.5.1 Los timones considerados son los tipos que se muestran en la Fig. 3.2.1, contruidos de doble chapa o chapa única, de acero, acero inoxidable o de aleación de aluminio. Otros tipos de timones y materiales serán objeto de una consideración especial.

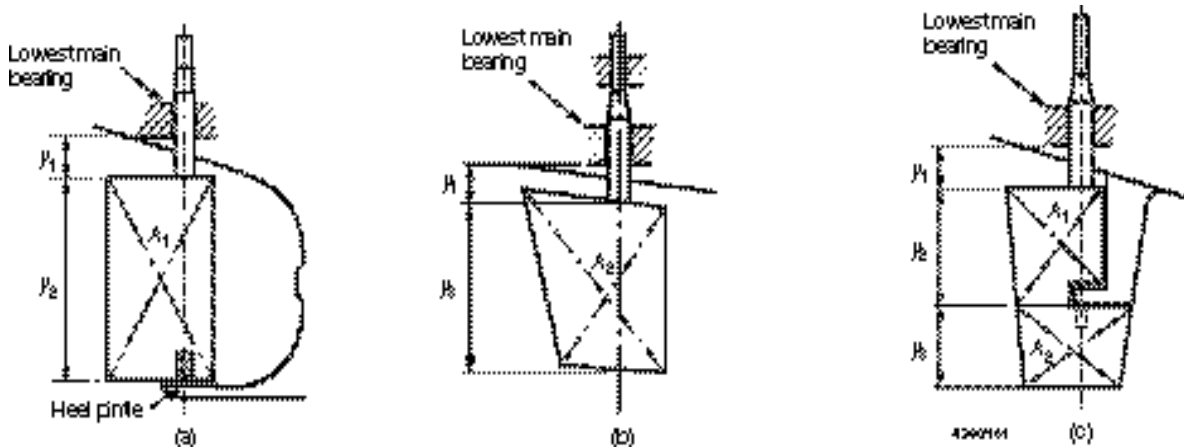


Figura 3.2.1 Tipos de timones

2.6 Coeficiente del perfil del timón, f_R

2.6.1. El coeficiente del perfil del timón f_R para su uso en el [Cuadro 3.2.7](#) tiene que ser como se indica en el Cuadro 3.2.1.

Cuadro 3.2.1 Coeficiente del perfil del timón f_R

Criterio de diseño (Ver Fig. 3.2.2)	f_R Condición de proa	f_R Condición de popa
Perfil normal	1,0	0,97
Perfil hueco	1,25	1,12
Perfil	1,7	A ser especialmente considerado
Símbolos		
f_R = Coeficiente de perfil del timón para su uso en el cuadro 3.2.7		
NOTAS		
Cuando un timón se encuentra detrás de una tobera, el valor de f_R que se da arriba, tiene que multiplicarse por 1,3.		

2.7 Coeficiente del ángulo del timón

2.7.1. El coeficiente del ángulo del timón, f_θ , para su uso en el [Cuadro 3.2.7](#) tiene que ser como el indicado en el Cuadro 3.2.2.

Cuadro 3.2.2 Coeficiente del ángulo del timón, f_θ

Ángulo del timón	$2 \times 35^\circ$	$2 \times 45^\circ$
f_θ	1,0	1,23
Símbolos		
f_θ = coeficiente del timón para su uso en el cuadro 3.2.7 . Los valores intermedios se tienen que obtener por interpolación.		

2.8 Coeficiente de posición del timón, f_p



2.8.1. El coeficiente de posición del timón, f_p , para su uso en el [Cuadro 3.2.7](#) tiene que ser como los indicados en el Cuadro 3.2.3.

Cuadro 3.2.3 Coeficiente de posición del timón, f_p

Criterio de diseño	f_p
Condición de proa	0,248 0,235
Condición de popa	0,1885
Timón de proa	0,226
Símbolos	
f_p = coeficiente del timón para su uso en el cuadro 3.2.7	

2.9 Coeficiente de velocidad del timón, f_v

2.9.1. El coeficiente de velocidad del timón, f_v , para su uso en el [Cuadro 3.2.7](#) tiene que ser como el que se indica en el Cuadro 3.2.4.

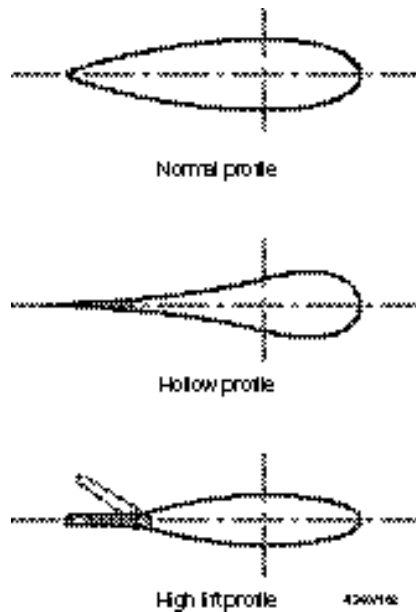


Figura 3.2.2 Perfiles de timón

Cuadro 3.2.4 Coeficiente de velocidad del timón, f_v

Criterio de diseño	f_v
Embarcación con $\frac{v}{\sqrt{L_{WL}}} < 3,0$	1,00
Embarcación con $\frac{v}{\sqrt{L_{WL}}} \geq 3,0$	1,12 - 0,005V
Símbolos	
L_{WL} como se define en el punto 6.2.5, , Sección 6, Capítulo 1, Parte 3 de las Reglas	



V = como se define en el [cuadro 3.2.7](#)
 f_v = coeficiente de velocidad del timón para su uso en el [cuadro 3.2.7](#)

2.10 Coeficiente de disposición del pinzote N

2.10.1. El coeficiente de disposición del pinzote, N , para su uso en el [Cuadro 3.2.7](#) tiene que ser como el indicado en el Cuadro 3.2.5.

Cuadro 3.2.5 Coeficiente de disposición del pinzote N

Disposición del soporte	Valor de N
Dos o más pinzotes sobre la mecha	$N = 0$
Un o ningún pinzote	$N = A_1(0,67y_1 + 0,17y_2) - A_2(y_1 + 0,5y_3)$
Símbolos	
N = coeficiente para su uso en el cuadro 3.2.7	
A_1, A_2 = áreas parciales del timón, en m^2 , ver fig. 3.2.1	
y_1, y_2, y_3 = escantillonado vertical, en metros, ver fig. 3.2.1	
Cualquier valor de y e A no indicado en fig. 3.2.1 deben tomarse como cero.	
NOTAS	
Si, en los tipos de timones semi – pala, la mecha está situada encima de la bocina del timón y no se muestra en la fig. 3.2.1 , y_2 y y_3	

2.11 Centro de presiones

2.11.1. La posición del centro de presiones para su uso en el [Cuadro 3.2.7](#) se tiene que tomar como se indica en el Cuadro 3.2.6

Cuadro 3.2.6 Posición del centro de presiones

Criterio de diseño	Valor de x_{pf} y x_{pa} para usarse en el cuadro 3.2.7
Timones rectangulares (a) condición de proa (b) condición de popa	$x_{PF} = (0,33e x_B - x_L)$, pero no menos que $0,12x_B$ $x_{PA} = (x_A - 0,25x_B)$, pero no menos que $0,12x_B$
Timones no rectangulares (a) condición de proa (b) condición de popa	x_{PF} } como se calcula por forma geométrica x_{PA} } (ver nota) pero no menos que: $\frac{0,12A_R}{y_R}$
Símbolos	
x_{PF} = distancia horizontal desde la línea central de los pinzotes del timón, o eje, hasta el centro de presiones en la condición de proa, en metros	
x_{PA} = distancia horizontal desde la línea central de los pinzotes del timón, o eje, hasta el centro de presiones en la condición de popa, en metros	
x_B = Anchura del timón, en metros	



<p>y_R = anchura del timón en la línea central de la mecha, en metros A_R = Área del timón, en metros x_L Y x_A = distancias horizontales desde los bordes delanteros y traseros, respectivamente, del timón hasta la línea central de los pinzotes del timón, o eje, en metros x_S = longitud horizontal de cualquier franja de la forma geométrica del timón, en metros e = factor de forma del casco en la condición de proa para $L < 65m$, $e = 1,0$ para $L \geq 65m$ $e = 2(C_b + 10\frac{B}{L_R} - 2) \frac{V}{\sqrt{L_R}}$ o $e = 1 + (\frac{L_R - 65}{70})$ el que sea menor, pero no menos de 1,0 y no se debe tomar mayor de 1,5 L_R, B y C_b son como se definen en el punto 6.2, Sección 6, Capítulo 1, Parte 3 de las Reglas V está definido en el cuadro 3.2.7</p>
<p>NOTA Para franjas rectangulares el centro de presiones se tiene que asumir que se localiza como sigue: (a) $0,33e x_S$ a popa de la esquina delantera de la franja para condición de proa. (b) $0,25 x_S$ a proa de la esquina de atrás de la franja para condición de popa.</p>

2.12 Mecha del timón (cilíndrica)

2.12.1. Los escantillonados de la mecha cilíndrica del timón no deben ser menores que los necesarios para proveer la resistencia equivalente de una mecha sólida como se requiere por el [Cuadro 3.2.7](#), y pueden ser calculados a partir de la siguiente fórmula:

$$d_E = \sqrt[3]{\frac{d_1^4 - d_2^4}{d_1}}$$

Cuadro 3.2.7 Diámetro de la mecha del timón

<p>Requisito</p> <p>1. Diámetro básico de la mecha, d_s, en y por debajo del cojinete más bajo:</p> $d_s = f_c f_p f_v \sqrt[3]{\left(\frac{235}{\sigma_o}\right)^m f_R f_\theta (V + 3)^2 \sqrt{A_R^2 x_p^2 + N^2}} \text{ mm}$ <p>2. Diámetro en la zona de la caña del timón, d_{SU}:</p> $d_{SU} = d_s$ calculado de (1) con $N=0$ <p>3. fuerza lateral en el timón actuando en el centro de presiones de la pala, P_L:</p> $P_L = \left(\frac{f_p}{0,248}\right)^3 \frac{(V+3)^2 A_R f_R f_\theta}{10} \text{ kN}$
<p>Símbolos</p> <p>$f_c = 79$ para embarcaciones de eslora de regla, L_R, 50m y por debajo variando</p>



a 83,3 en una eslora de regla, L_R , de 70m. Los valores intermedios se han de obtener mediante interpolación

83,3 para embarcaciones con eslora de regla, L_R , 70m y más

f_p = coeficiente de posición del timón, ver [cuadro 3.2.3](#)

f_v = coeficiente de velocidad del timón, ver [cuadro 3.2.4](#)

f_R = coeficiente de perfil del timón, ver [cuadro 3.2.1](#)

f_θ = coeficiente de ángulo del timón, ver [cuadro 3.2.2](#)

$m = 0,75$ para $\sigma_0 > 235$

$m = 1,0$ para $\sigma_0 \leq 235$

σ_0 = resistencia mínima a la tensión, en N/mm^2 , del material utilizado, y no debe tomarse mayor de $0,7 \sigma_T$

σ_T = resistencia a la tensión del material usado, en N/mm^2

V = la velocidad máxima, en nudos, pero en ningún caso debe ser menor de 5 nudos

A_R = área del timón, en m^2

$X_P = X_{PA}$ o X_{Pf} , para la condición de proa y popa respectivamente, ver el [cuadro 3.2.6](#)

N = coeficiente dependiente del dispositivo de soporte del timón, ver [cuadro 3.2.5](#)

NOTA

1. Cuando un acero de alta resistencia es usado para la mecha del timón, σ_0 no debe tomarse mayor que $450 N/mm^2$.

2.13 Timones de una sola chapa

2.13.1 Los escantillonados de un timón de una chapa no deben ser menores que los requeridos por el Cuadro 3.2.8, ver también [2.5.1](#).

2.13.2 Los brazos del timón deben estar eficazmente fijados a la pieza principal.

Cuadro 3.2.8 Construcción del timón de una chapa

Elemento	Requisito
Espesor de la pala	$t_B = 0,0015Vy_W + 2,5$ mm con un mínimo de 10 mm
Brazos	Espaciado ≤ 1000 mm $Z_A = 0,0005 V^2 x_a^2 y_W$ cm^3
Pieza principal	Diámetro = d_s mm Para timones de pala, el tercio inferior debe afilarse hasta $0,75 d_s$ mm
Símbolos	
t_B = espesor de la pala, en mm	
y_W = espacio vertical de los brazos del timón, en mm	
V = máxima velocidad de servicio, en nudos, para la cual la embarcación está diseñada para mantenerla, en la línea de flotación del calado de verano	
x_a = distancia horizontal desde la esquina de popa del timón hasta el centro de la mecha del timón, en metros	



$z_A = \text{modulo de la sección del brazo, en cm}^3$

2.14 Timones con dos palas

2.14.1. Los escantillonados de un timón de dos palas no deben ser menores que los requeridos por el Cuadro 3.2.9.

2.14.2. En la zona de las uniones del timón y los pinzotes del timón el espesor de las chapas deben incrementarse adecuadamente.

2.14.3. En los tipos de timón de semi-pala un efecto de entalla en las esquinas de la región del fondo de los pinzotes se debe evitar (véase AA, [figura 3.2.3](#)). Una chapa intercalada, de 1.6 veces el espesor de Regla del costado del forro, debe instalarse en esta posición, extendiéndose a proa de la cuaderna principal vertical teniendo esquinad bien redondeadas. La cuaderna principal ha de ser continua en toda la profundidad del timón y tener un espesor no inferior a tres veces el espesor requerido por el Cuadro 3.2.9, elemento (5). Cuando una cuaderna principal vertical continua se dispone para formar una eficiente estructura de caja, las cuadernas tienen que tener un espesor no inferior al requerido por el Cuadro 3.2.9, elemento (5).

2.14.4. Unos orificios adecuados de acceso deben organizarse en las chapas del timón en la zona de los pinzotes según sea necesario, y las chapas del timón se han de reforzar localmente en la zona de estas aberturas. La continuidad del módulo de la pieza principal del timón se tiene que mantener en la zona de las aberturas.

Cuadro 3.2.9 Construcción del timón con dos palas

Elemento	Requisito
(1) Forro del costado	$t = \beta F_a (0,003 y_w + 2,03) (1,45 + 0,1 \sqrt{d_s}) \text{ mm}$
(2) Webs – verticales y horizontales	Como (1) arriba
(3) Placas del fondo y la parte superior	Como (1) arriba usando $y_w =$ anchura máxima del timón, en mm, en la parte superior y del fondo, pero no menos que 900 mm
(4) placas de la nariz	$t_N \geq 1,25t$ del (1) arriba
(5) Pieza principal- fabricación rectangular	Envergadura y anchura $\geq d_s$ $t_M = F_a (8,5 + 0,56 \sqrt{d_s}) \text{ mm}$ Extensión a proa y a popa mínima de las placas del costado = $0,2x_B$



		Tensión debida a flexión $\leq 78,0 \text{ N/mm}^2$
Pieza principal - tubular		Diámetro interior $\geq d_s$ t_M como para el (5) de arriba placas del costado como para el (1) de arriba tensión de flexión como para el (5) de arriba
(7) Pruebas	Presión	2,45 m
	Fugas (presión de aire)	0,02 N/mm ² y arreglos hechos para asegurar que la presión por encima de 0,03 N/mm ² se puede aplicar
Símbolos		
$\beta = A_a (1-0,25A_a)$ A_a = ratio del aspecto del panel, pero no se ha de tomar mayor de 2,0 $F_a = 1,0$ para acero dulce, 0,95 para aleación de aluminio y 0,9 para acero inoxidable. Otros materiales se considerarán especialmente. t = espesor, en mm y_w = espacio vertical, en mm, de las cuadernas horizontales o brazos, pero no tiene que exceder de 900 mm d_s = diámetro básico de la mecha, dado por el cuadro 3.2.7 , en mm t_N = espesor, en mm, de la chapa de la nariz t_M = espesor, en mm, del forro lateral y webs verticales que forman la pieza principal x_B = anchura del timón, en metros, en la línea central de la mecha		

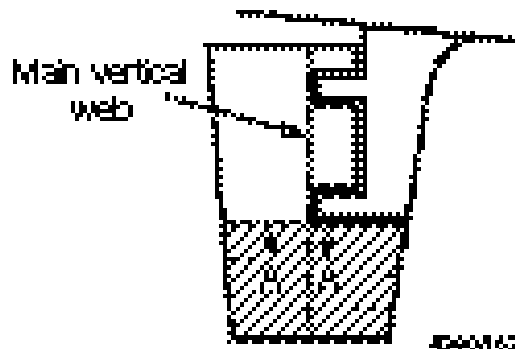


Figura 3.2.3 Tipo de timón semi-pala

2.14.5 La conexión del forro lateral del timón con las cuadernas verticales y horizontales, donde el acceso interno para la soldadura no sea posible, se tiene que hacer por medio de soldaduras de puntos en las barras planas de las cuadernas. Los puntos deben tener una longitud mínima de 75 mm y en general, una anchura mínima de dos veces el espesor del forro lateral. Los extremos de los cordones tienen que ser redondeados. El espacio entre los puntos no tiene que exceder de 150 mm y la soldadura se tiene que basar en un factor de soldadura de 0.44.



2.16 Requisitos del cojinete principal más bajo

2.16.1 El diseño del cojinete más bajo tiene que cumplir con los requisitos del Cuadro 3.2.10.

Cuadro 3.2.10 Requisitos del cojinete principal más bajo

Elemento	Requisito	
Cojinete principal más bajo	Profundidad Z_B , en mm $1,5d_S \geq Z_B \geq 1,0d_S$	Mínimo espesor de la pared, en mm Menor que $0,2d_S$ o 100
Presión del cojinete (en el área proyectada del cojinete principal más bajo), donde el área proyectada se tiene que tomar como la longitud por el diámetro	Material del cojinete	Máxima presión, en N/mm^2 (ver nota 4)
	Metal sintético	7,0 5,5
Espacio en el cojinete principal más bajo en el diámetro (se tiene que tomar nota de los espacios recomendados por el fabricante, particularmente donde el material del prensaestopas requiera un pre mojado	Material del cojinete	Espacio mínimo en mm (ver nota 3)
	Metal (ver nota 2) Sintético	$0,001d_S + 1,0$ $0,002d_S + 1,0$ pero no menos que 1,5
Símbolos		
d_S = diámetro de la mecha, dado en el cuadro 3.2.7, en mm		
NOTAS		
1. En caso de que se coloque una web rígida en el cojinete, se considerará una reducción en el espesor de la pared.		
2. Para los cojinetes que estén lubricados bajo presión el espacio se debe restringir para permitir que se mantenga la presión.		
3. El valor del espacio mínimo propuesto debe figurar en los planos presentados para su aprobación.		
4. Las propuestas para las presiones más altas u otros materiales se considerarán especialmente sobre la base de los resultados satisfactorios de las pruebas.		

2.17 Cojinetes

2.17.1 Los cojinetes han de ser de materiales aprobados y estar fijados de manera efectiva para prevenir el movimiento rotacional y axial.

2.17.2 Los materiales sintéticos de los cojinetes de la mecha del timón han de estar aprobados por LR.

2.17.3 Cuando se proponga utilizar cojinetes de acero inoxidable para las mechas de los timones, la composición química se ha de presentar para su aprobación.



2.17.4 Cuando se usen los cojinetes de acero inoxidable, se tienen que proveer arreglos para garantizar un suministro adecuado de agua de mar al cojinete.

2.17.5 Cuando la mecha del timón o el forro es de acero inoxidable austenítico de grado 316L, se recomienda que el bronce, madera noble o un material sintético del cojinete se use en el prensaestopas. Si un acero inoxidable se utiliza en el prensaestopas debe ser de diferente grado y con una adecuada diferencia de dureza. El uso de una estructura dúplex de acero inoxidable ferrítico / austenítico se recomienda para el prensaestopas pero 17 por ciento a 30 por ciento de aceros inoxidables al cromo son también adecuados.

2.18 Calzos de ajuste

2.18.1 Cuando se colocan calzos de ajuste en las mechas de los timones o pinzotes, tienen que encajarse por enfriamiento o sino estar eficientemente fijados.

2.18.2 Cuando se propone utilizar calzos de ajuste de acero inoxidable, la composición química se tiene que presentar para su aprobación.

2.18.3 Cuando se usan calzos de ajuste de acero inoxidable, se tienen que proveer disposiciones para garantizar un suministro adecuado de agua de mar a los calzos de ajuste.

2.19 Pinzotes

2.19.1 Los pinzotes del timón y sus cojinetes han de cumplir con los requisitos del Cuadro 3.2.11.

2.19.2 Cuando el pinzote más bajo de se encuentra por encima de la hembra del timón, ver figura 3.2.4, y no por debajo como se muestra en la figura 3.2.5, C_{PL} se medirá en la parte superior de la hembra del timón.

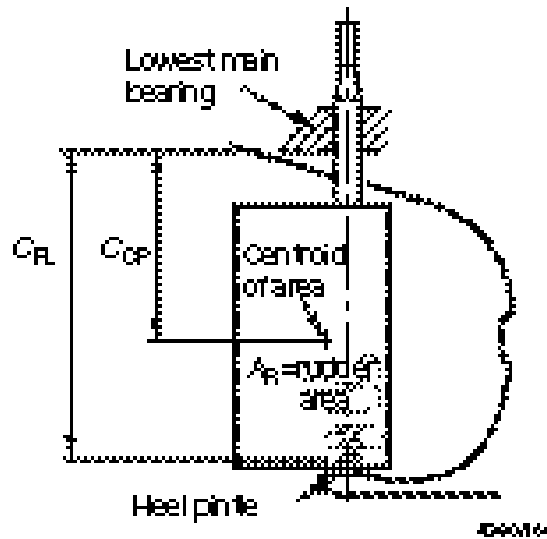


Figura 3.2.4. Pinzote más bajo alojado sobre la hembra del timón

Cuadro 3.2.11 Requisitos de los pinzotes

Elemento	Requisito	
(1) Diámetro del pinzote (medido fuera del calzo de ajuste si está instalado)	$\delta_{PL} = \sqrt{\left(\frac{235}{\sigma_o}\right)^m (31 + 4,17V\sqrt{A_{PL}})mm}$ <p>Para timones de un solo pinzote y pinzote más bajo en timones de semi-pala:</p> $A_{PL} = \frac{A_R C_{CP}}{C_{PL}} m^2$ <p>Pero para timones de semi-pala no es necesario que sea mayor de A_R</p> <p>El pinzote superior en los timones de semi-pala:</p> $A_{PL} = A_R \left(1 - \frac{C_{CP}}{C_{PL}}\right) m^2$ <p>O $0,35A_R m^2$, el que sea mayor</p> <p>Para timones con dos o más pinzotes (excepto los timones de semi-pala):</p> $A_{PL} = \frac{A_R}{N_{PL}} m^2$	
(2) Chaflán máximo de los pinzotes	Método de ensamblaje	Chaflán (en diámetro)
	Ensamblaje manual, con chavetas (pinzote ≤ 200 mm diámetro)	1 en 6
	Ensamblaje manual, con chavetas (pinzote ≤ 400 mm diámetro) Para ensamblajes con chavetas u otros	1 en 9



	ensamblajes manuales los pinzotes con diámetros entre 200mm y 400mm, el chaflán se tiene que obtener mediante interpolación	
	Ensamblaje hidráulico, acomodación seca	1 en 12
	Ensamblaje hidráulico, inyección de aceite	1 en 15
(3) Longitud del cojinete	$Z_{PB} \geq 1,2\delta_{PL} \text{ mm}$ Debe ser menor para pinzotes muy largos si la presión del cojinete no es mayor que la dada en (4), pero Z_{PB} no debe ser menor que $1,0 \delta_{PL} \text{ mm}$	
(4) Presión del cojinete (en las áreas proyectadas)	Material del cojinete	Presión
	Metal	7,0 N/mm ²
	Sintético	5,5 N/mm ²
	Utilizando la fuerza que actúa en el cojinete: $P_{PL} = \frac{A_{PL}(V + 3)^2 f_R}{10} \text{ kN}$ A_{PL} como para el elemento (1)	
(5) Espesor de la hembra del timón en la zona del pinzote (medido fuera del collar si está instalado)	$b_G \geq 0,5\delta_{PL}$ Pero generalmente no excede de 125 mm	
(6) Espacio del pinzote (debe tomarse nota de los espacios recomendados por el fabricante particularmente donde los materiales del collar requieran inmersión en líquido). El valor del espacio mínimo propuesto se tiene que indicar en los planos entregados para aprobación	Material del cojinete	Espacio mínimo, mm
	Metal	$0,001 \delta_{PL} + 1,0$
	Sintético	$0,002 \delta_{PL} + 1,0$ pero no menos de 1,5
Símbolos		
δ_{PL} = diámetro del pinzote, en mm V = como se define en el cuadro 3.2.7 pero no menos que 10 nudos A_{PL} = área del timón suportada por el pinzote, en m ² C_{CP} , C_{PL} = escantillonado en metros, como se indican en las figs. 3.2.4 y 3.2.5 A_R = área del timón, en m ²		



σ_0 = como se define en el [cuadro 3.2.7](#)
 N_{PL} = longitud del pinzote del cojinete, en mm
 P_{PL} = fuerza que actúa en el cojinete, en KN
 b_G = espesor del material de la hembra del timón en la zona del pinzote, en mm
 f_R = coeficiente del perfil del timón, ver [cuadro 3.2.1](#)
 m = como se define en el [cuadro 3.2.7](#)

NOTA

Las propuestas para presiones superiores u otros materiales serán especialmente consideradas sobre la base de los resultados satisfactorios de las pruebas.

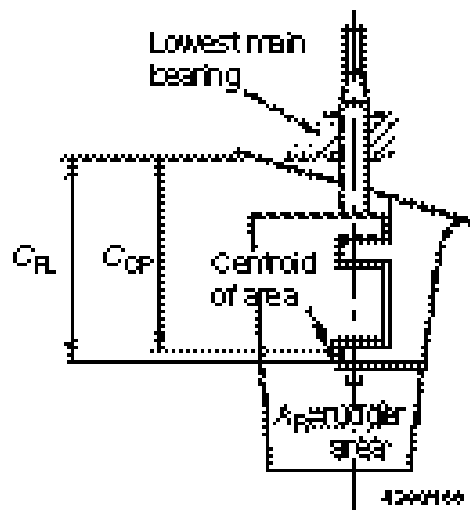


Figura 3.2.5. Pinzote inferior alojado por debajo de la hembra del timón del timón

2.19.3 Especial atención se dará a la acomodación del chaflán del pinzote dentro de su zócalo. Para facilitar la extracción de los pinzotes, se recomienda que el chaflán no sea menor que la mitad del valor máximo que figura en el Cuadro 3.2.11.

2.19.4 La distancia entre el cojinete de la mecha del timón más bajo y el pinzote superior tiene que ser lo más corta posible.

2.19.5 Cuando se colocan revestimientos en los pinzotes, tienen que estar encajados por enfriamiento o estar fijados de manera eficaz. Si los revestimientos se han de encajar por enfriamiento, la tolerancia de contracción se tiene que indicar en los planos. En caso de que los revestimientos estén formados mediante depósitos de soldadura de acero inoxidable, los pinzotes deben ser de acero



soldable de buena calidad y se han de de presentar los detalles del procedimiento.

2.19.6 La parte inferior del pinzote en los timones del tipo semi-pala tiene que ser:

(a) Si se insertan en sus cavidades desde abajo, amoldado al timón o insertado en sus tomas desde abajo, para ser introducidos al timón o al codaste, según sea el caso o deben estar hidráulicamente montados, con la tuerca adecuadamente bloqueada, o

(b) Si se insertan en sus cavidades desde arriba, deben disponer de un adecuado dispositivo de bloqueo, estando la tuerca adecuadamente fijada.

2.20 Uniones empernadas

2.20.1 El diseño del acoplamiento del timón debe estar en conformidad con el Cuadro 3.2.12.

Cuadro 3.2.12. Uniones del timón a la mecha (ver continuación)

Disposición (1) Uniones empernadas (ver nota)	Parámetro	Requisito	
		Unión horizontal	Unión vertical
	n	≥ 6	≥ 8
	δ_b	$\frac{0,65d_s}{\sqrt{n}}$	$\frac{0,81d_s}{\sqrt{n}}$
	m	$0,00071nd_s \delta_b^2$	$0,00043d_s^3$
	t_f	δ_b (ver nota 1)	δ_b
	α_{max} (ver nota 2)	$(53,82 - 35,29k_1) \frac{d_s^3}{P_L h 10^6} - (1,8 - 6,3 \frac{R}{d_s}) \frac{t_f - t_{fa}}{t_{fa}}$	
	$A_{\text{como está construida}}$ (ver nota 2)	$\leq \alpha_{max}$	-
	W_f	$0,67 \delta_b$	$0,67 \delta_b$
(2) uniones cónicas	θ_t	$\leq \frac{1}{k_1}$	
	l_t	$\geq 1,5d_s$	
	p		



		$\frac{P_R \theta_t \delta_{ST} + 4M_T \sqrt{K_2 \left(\left(\frac{P_R \delta_{ST}}{2M_T} \right)^2 + 1 \right) - \left(\frac{\theta_t}{2} \right)^2}}{5,66 \delta_{ST}^2 4 \left(K_2 - \left(\frac{\theta_t}{2} \right)^2 \right)}$
W		$\frac{9,6 \times 10^{-6} p \delta_{ST}}{\theta_t (1 - f^2)}$
P_u		Aproximadamente igual a $2,83 p 4 \delta_{ST} \left(K_3 + \frac{\theta_t}{2} \right)$
P_o		Aproximadamente igual a $2,83 p 4 \delta_{ST} \left(K_3 - \frac{\theta_t}{2} \right)$
σ_o		$\geq \frac{12,35 \times 10^4 w \theta_t \sqrt{3 + f^4}}{\delta_{ST}}$

Cuadro 3.2.12.b. Uniones del timón a la mecha (conclusión)

Símbolos				
K_1, k_2, k_3 = constantes que dependen del tipo de ensamblaje adoptado como se muestra a continuación:				
		k_1	k_2	k_3
Método de inyección de aceite	con llave	15	0,0064	0,025
	sin llave	15	0,0036	0,025
Método de acomodación seca	con llave	12	0,0128	0,170
	sin llave	12	0,0072	0,170
NOTAS				
1. Para timones de palas con uniones horizontales, t_f no debe ser menor de $0,25d_s$				
2. Este requisito es aplicable solo para timones de palas con uniones horizontales, ver fig. 3.2.6				
3. En caso de que los materiales cambien para componentes individuales, los cálculos del escantillonado para estos componentes se deben basar en d_s para el material relevante.				

2.20.2. En caso de que se requieran las uniones empernadas con pernos, se tendrán que hacer los arreglos adecuados para bloquear las tuercas.

2.20.3. Para los timones con disposiciones de unión horizontales, donde la brida superior se suelde a la mecha del timón, una soldadura de penetración completa se requiere y su integridad ha de ser confirmada mediante ensayos no destructivos. Estas mechas del timón tienen que estar sometidas a un horno de tratamiento térmico post soldadura (PWHT) tras la finalización de todas las



operaciones de soldadura. Para aceros al carbono o aceros al carbono manganeso, la temperatura de PWHT no debe ser inferior a 600°C.

2.20.4. La conexión de los pernos para unir el timón a la mecha deben posicionarse con el suficiente espacio como para permitir la instalación y la eliminación de los pernos y tuercas sin tener que contactar con el radio de la pala, R, véase la [figura 3.2.6 \(a\)](#). La superficie que forma el radio de la pala debe estar libre de esquinas abruptas y afiladas y tiene que ser pulido con el torno a satisfacción del inspector. La superficie en la zona de los tornillos y las tuercas tiene que estar pulida mediante el torno a satisfacción del inspector.

2.20.5 Para los timones de pala equipados con una pieza principal rectangular, la pieza tiene que diseñarse con sus secciones transversales hacia proa y hacia popa a igual distancia del eje transversal de la mecha del timón, ver la [figura 3.2.6 \(b\)](#).

2.21 Acoplamientos cónicos

2.21.1 En caso de que una mecha del timón se conecte a un timón mediante un montaje sin chaveta, el timón tiene que tener un buen ajuste en el cono de la mecha. Durante el ajuste, y antes de que se aplique la carga de empuje, un área de contacto de, por lo menos, el 90 por ciento del área teórica de contacto se ha de lograr, y esta tiene que estar uniformemente distribuida. La conexión del timón a la mecha en donde esta ocurra se tiene que marcar, y el empuje entonces, se tiene que medir desde este punto. El borde superior de la parte superior de la pieza principal tiene que tener un radio ligero. Después del montaje final de la mecha del timón, se tienen que utilizar medios positivos para bloquear la tuerca de seguridad a la mecha.

2.21.2 Cuando se propone una instalación de chaflán con chaveta a la mecha del timón, una tuerca de seguridad de proporciones adecuadas se tiene que proporcionar. Después del montaje final de la mecha del timón, medios positivos tienen que utilizarse para bloquear esta tuerca.

2.22 Dispositivos para llevar el timón



2.22.1 El peso del timón tiene que estar soportado en el pinzote del timón o por un soporte adjunto a la proa del timón. La estructura del casco que aguante el soporte tiene que estar adecuadamente reforzada. Las placas bajo todos los cojinetes de la cabeza del timón tienen que ser incrementadas en espesor.

2.23 Collares anti-salto

2.23.1 Dispositivos adecuados se tienen que proporcionar para impedir el levantamiento del timón.

2.23.2 Los collares anti-salto no deben estar soldados a la mecha del timón.

2.24 Taponos de drenaje

2.24.1 Cuando los timones son de construcción de placas, los taponos de drenaje se tienen que proveer para asegurar que todos los compartimientos pueden ser adecuadamente drenados. Estos taponos tienen que ser bloqueados y los detalles de su escantillonados y posiciones claramente indicados en el plano del timón.

2.25 Protección contra la corrosión

2.25.1 Todos los metales tienen que estar convenientemente protegidos contra la corrosión. Esto puede ser por un revestimiento o, en su caso, por un sistema de protección catódica.

2.25.2 El metal tiene que ser convenientemente limpiado antes de la aplicación de cualquier recubrimiento. En su caso, limpiado con pulido u otros medios igualmente eficaces.

2.26 Materiales diferentes

2.26.1 En caso de que los materiales varíen para cada uno de los componentes, tienen que ser compatibles para evitar la corrosión galvánica. Los cálculos del escantillonado para los componentes han de basarse en d_s para el material en cuestión, véase el [Cuadro 3.2.7](#).

2.27 Revestimientos interiores



2.27.1 Las superficies internas del timón tienen que estar eficazmente revestidas o el timón tiene que estar lleno de espumas de plástico. En dónde se tiene la intención de llenar el timón con espuma de plástico, los detalles del tipo de espuma se han de presentar.

2.29 Caña del timón, cuadrantes

2.29.1 Las cañas y cuadrantes tienen que cumplir con los requisitos del Cuadro 1.4.1 en el Capítulo 1, Parte 3 de las Reglas.

2.29.2 El mecanismo de dirección tiene que estar montado en su asiento y estar adecuadamente fijado.

2.30 Barras de conexión

2.30.1 Las barras de conexión tienen que cumplir con los requisitos del punto 4.3.3, Sección 4, Capítulo 1, Parte 14 de las Reglas.

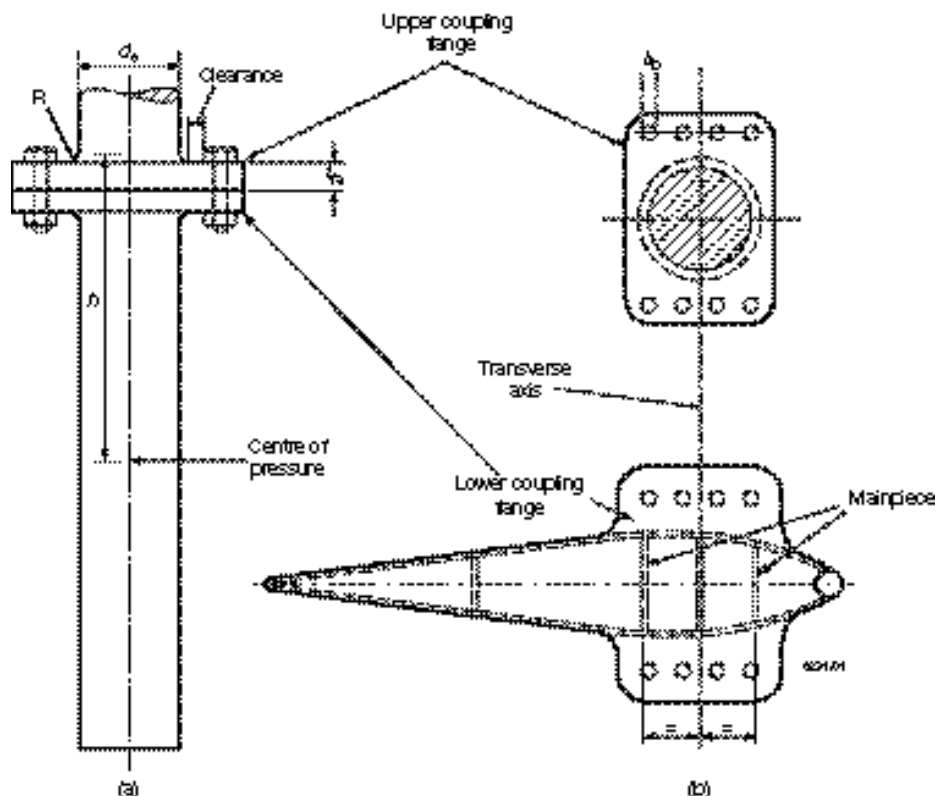


Figura 3.2.6. Conexión de la mecha del timón

2.31 Chavetas y chaveteros



2.31.1 Cuando la caña del timón o cuadrante es empernado, una chaveta que tenga un área eficaz de sección transversal en cizalla no inferior a $0,25 d_{SU}^2 \text{ mm}^2$ tiene que colocarse. El espesor de la chaveta no tiene que ser menor de $d_{SU}/6\text{mm}$. Por otra parte, la mecha del timón tiene que ser maquinada a una sección cuadrada en el lugar donde se coloque la chaveta. d_{SU} se define en el [Cuadro 3.2.7](#).

2.31.2 Los chaveteros se tienen que extender a lo largo de todo el eje de la caña del timón.

2.31.3 Los chaveteros en la mecha del timón tienen que tener extremos redondeados y las esquinas en la base del chavetero tienen que ser curvados.

2.32 Dispositivos de detención

2.32.1 Bloqueos adecuados del timón se tienen que proveer para limitar el ángulo del timón al nivel deseado a babor y a estribor. Estos bloqueos tienen que ser de construcción substancial y estar eficazmente fijados a la estructura de apoyo.

2.35 Dispositivos del conducto del timón

2.35.1 La construcción del conducto del timón tiene que ser de aleación de aluminio, acero, bronce o fibra de plástico reforzada.

2.35.2 El escantillonado de los conductos del timón se tiene que considerar individualmente.

2.35.3 Para cascos de acero y aluminio, el fondo del casco en la zona de los conductos del timón tiene que ser adicionalmente reforzado por medio de una chapa insertada para aumentar el espesor del fondo del casco en un 50 por ciento.

2.35.6 Los conductos del timón se pueden conectar al casco mediante unión con pernos, soldadura o atornillarse en su casco, dependiendo del material de construcción del casco.

2.35.7 Cuando se emperna, el ángulo de empernado en el conducto del timón no tiene que ser inferior que el mínimo pero de regla del fondo del casco. Los



conductos de F.R.P tienen que ser raspados y desengrasados a fondo antes de la instalación y laminación. Los pernos en los conductos metálicos tienen que ser estriados en la zona del material del perno y ser profundamente desengrasados antes de su instalación.

2.35.8 Cuando los conductos del timón tienen que ser retenidos mediante pernos, estos tienen que estar provistos con una brida substancial adjuntada de forma segura a la estructura del casco. Cuando se utilizan tornillos, las tuercas han de estar debidamente cerradas.

2.35.9 Cuando los conductos del timón tienen que estar soldados a chapas insertadas en el casco se requiere que la soldadura sea de penetración completa.

2.35.10 Los conductos del timón tienen que ser soportados mediante soportes adecuados y suelos profundos para evitar partes duras en el casco y garantizar la continuidad de la estructura principal del casco.

2.35.11 Los cojinetes del timón tienen que estar fijados contra la rotación dentro de los conductos del timón mediante adecuadas llaves de apriete. Los detalles se han de presentar para su aprobación.

2.36 Collar estanco

2.36.1 En los ejes del timón que están abiertos al mar, un sello o prensaestopas se tiene que colocar por encima de la más profunda línea de flotación de carga, para evitar que el agua entre en el compartimiento del aparato de gobierno y que el lubricante sea arrastrado del soporte del timón. Si la parte superior del eje del timón está por debajo de la línea de flotación más profunda, dos prensaestopas separados se tienen que proporcionar. Los límites del eje del timón que estén expuestos a la mar tienen que tener un revestimiento de protección contra la corrosión se ha de aplicar de conformidad con las instrucciones del fabricante.

2.36.2 En caso que la parte superior del conducto del timón esté significativamente más alta que la más profunda línea de flotación de carga, un menor dispositivo de estanqueidad, como los anillos "O" pueden ser aceptados.



2.36.3 El cuerpo del anillo estanco tiene que estar formado por la parte superior del conducto del timón forjado o fundido, el empaquetado del anillo tiene que ser retenido contra la parte superior del cojinete o marcado en la pared del conducto del timón y comprimido con un paquete de anillos que pueden ser de tipo brida, de tapa atornillada o cualquier otro dispositivo adecuado.

10.1.9 Estabilizadores:

Parte 3, Capítulo 3, Sección 5 Disposiciones de los estabilizadores:

5.1 General

5.1.1 Los escantillonados, disposiciones y eficacia de los estabilizadores está fuera del alcance de la clasificación, sin embargo sus subestructuras, estructuras de apoyo y la integridad de agua se han de examinar.

5.2 Estabilizadores de aletas

5.2.1 Los planos detallados se han de presentar indicando claramente la posición, estructura de soporte y cargas de diseño para todas las aletas.

5.2.2 El diseño, construcción, desarrollo operacional y los sistemas de control de los estabilizadores de aletas se encuentran fuera del ámbito de aplicación de la clasificación.

5.2.3 Los estabilizadores de aletas tienen que estar contenidos dentro de un recinto estanco. El objetivo del recinto estanco es asegurar que cualquier impacto al estabilizador no afectará la supervivencia o el funcionamiento seguro de la embarcación. Además de los requisitos de 5.2.4, al determinar la ubicación y la extensión del recinto estanco se tiene que tener en cuenta lo siguiente:

- (a). Material de construcción de la pala estabilizadora.
- (b). Diseño del modo de fallo del eje del estabilizador.
- (c). Requisitos de estabilidad en avería de la embarcación.
- (d). Supervivencia de la embarcación tras el impacto al estabilizador.
- (e). Función del espacio que contiene el estabilizador.



5.2.4 Para los estabilizadores del tipo no retráctiles, las divisiones estancas que forman los extremos de popa y proa del recinto estanco tienen que ser dispuestas a no menos de un tercio de la raíz de la longitud de la cuerda, C , desde las extensiones a popa y a proa del estabilizador, véase la figura 3.5.1. Mamparos principales estancos de subdivisión se pueden considerar como divisiones estancas, según proceda.

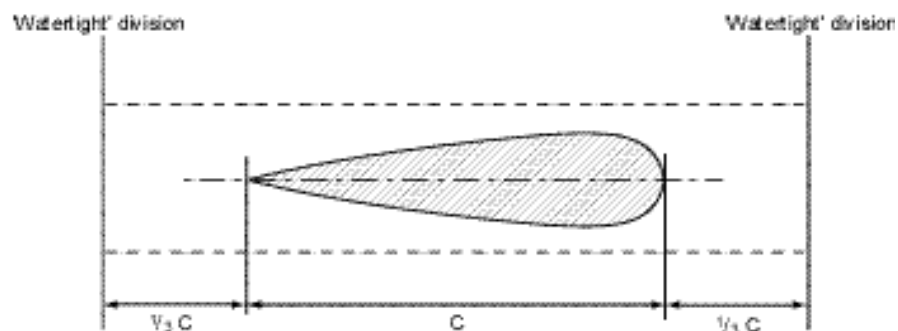


Figura 3.5.1 Posicionamiento del estabilizador

5.2.5 Para las embarcaciones construidas de acero dulce el recinto estanco dentro del cual los estabilizadores se retraen tiene que tener un perímetro de plancha del mismo espesor que el de regla de las planchas del forro de los alrededores más 2 mm, y se ha de reforzar al mismo estándar que el forro. Para las embarcaciones construidas de aleación de aluminio las correcciones del punto 1.2.2, Sección 1, Capítulo 3, Parte 3 de las Reglas, aplican.

5.2.7 Se tienen que insertar planchas o aumentar el espesor en la zona de los estabilizadores. El espesor de la plancha insertada o el laminado aumentado tiene que ser al menos un 50 por ciento mayor que el espesor de la zona del fondo del forro, y se tiene que extender a lo largo de una zona formada por 1,25 veces la raíz de la longitud de la cuerda y cubriendo todos los ángulos operacionales. Además, para estabilizadores retráctiles el inserto se tiene que extender más allá de la abertura del forro para una distancia de no menos el 25 por ciento la longitud de la raíz de la cuerda.



5.2.8 Los sistemas de estabilizadores de aletas, en general, no tienen que extenderse más allá de la manga extrema de trazado del casco o por debajo de la línea horizontal de la quilla. En caso de que la aleta estabilizadora se extienda más allá de la manga extrema de trazado del casco en el modo activo, el forro del costado tiene que estar permanentemente marcado indicando la extensión a popa y a proa del estabilizador cuando se despliega. Se recomienda que un símbolo apropiado se coloque en el costado del casco entre las marcas.

5.2.9 La maquinaria del estabilizador y estructura de alrededor tiene que estar adecuadamente soportada y reforzada. En caso de que las tensiones de flexión se induzcan en la estructura bajo condiciones de fatiga, la tensión máxima no deberá exceder de 39.0 N/mm^2 en acero dulce. Cuando se utilicen otros materiales para la estructura de soporte los valores que limiten la tensión se considerarán especialmente sobre la base del Reglamento.

5.2.11 Los escantillonados y dispositivos de sellado para el zócalo y cojinetes se considerarán especialmente, con sujeción a la presentación de lo siguiente por parte del diseñador/constructor:

(a). Cálculos estructurales detallados para el asentamiento y la estructura de soporte adyacente.

(b). Un modelo detallado de elemento finitos, si se lleva a cabo, véase la Sección 2, Capítulo 1, Parte 3 de las Reglas.

(c). Cálculos que demuestren que el efecto de daños en el dispositivo del estabilizador resultantes de impactos a alta velocidad, varadas, etc. no comprometerán la integridad estructural y estanca de la embarcación.

(d). Par máximo, momentos de flexión y cargas de los cojinetes esperadas para el diseño propuesto.

(e). El material del estabilizador, junto con los valores de su máxima resistencia a la tracción y resistencia a la cizalla (N/mm^2).

5.2.12 Los materiales de los cojinetes de las aletas y sellos tienen que ser de un tipo homologado.



5.2.13 *En caso de que los estabilizadores retráctiles estén instalados, se tienen que proveer indicadores de posición en el puente y junto a la instalación del estabilizador.*

5.3 *Tanques estabilizadores*

5.3.1 *La estructura general del tanque tiene que cumplir con los requisitos de las reglas para los tanques profundos. Las fuerzas de desplazamiento en la estructura del tanque se tienen que tener en cuenta. En caso de que estas fuerzas sean importantes, se requerirá que los escantillonados sean verificados mediante cálculos adicionales.*

5.4 *Sistemas de control del viaje*

5.4.1 *Los escantillonados, disposiciones y eficiencia de los sistemas de control del viaje se encuentran actualmente fuera del alcance de la clasificación, pero sus asentamientos, estructura de apoyo y la integridad estanca, así como las correspondientes fuerzas de reacción en la estructura del casco se han de examinar. Los detalles de las cargas y cálculos de apoyo se han de presentar con los correspondientes planos de construcción para su consideración.*

5.5 *Dispositivos de amortiguación del movimiento y componentes*

5.5.1 *Los dispositivos de amortiguación del movimiento están generalmente fuera del ámbito de aplicación del Reglamento. En caso de que los dispositivos de amortiguación de movimiento estén instalados, los diseñadores/constructores han de presentar los detalles de las cargas previstas y los cálculos de apoyo para una evaluación de la estructura adyacente del casco.*

10.1.10 Pruebas y ensayos a la estructura:

[Parte 6, Capítulo 2, Sección 3: Procedimientos para construcciones soldadas](#)

3.17.1. *Las soldaduras deben estar limpias y libres de pintura en el momento de la inspección.*

3.17.2. *Además de la inspección visual, las uniones soldadas se tienen que examinar mediante una o una combinación de ultrasonidos, radiografía,*



partículas magnéticas, corrientes de Foucault, líquidos penetrantes u otros métodos aceptables apropiados para la configuración de la soldadura.

3.17.3. El método que se utilizará para los exámenes volumétricos de las soldaduras es responsabilidad del constructor. La radiografía en general se utiliza en las soldaduras a tope de 15 mm de espesor o menos. Las pruebas de ultrasonidos son aceptables para las soldaduras de 15 mm de espesor o más y se tiene que utilizar para el examen de las soldaduras a tope de penetración completa en forma de T o de cruz o uniones de configuración similar.

3.17.4. Los ensayos no destructivos se tienen que realizar de conformidad con los procedimientos escritos aprobados preparados por el constructor, que identifiquen el método y la técnica que se utilizará, la extensión del examen y los criterios de aceptación que deben aplicarse.

3.17.5. Los ensayos no destructivos han de ser realizados por personal calificado para el nivel apropiado de un sistema de certificación reconocido por LR.

3.17.6. Los puntos de control examinados en la fase de prefabricación deben incluir las pruebas de ultrasonido como modelos de los puntos de parada / inicio de la soldadura automática y las inspecciones de partículas magnéticas de los extremos de la soldadura.

3.17.7. Los puntos de control examinados en la etapa de construcción generalmente se eligen entre las soldaduras destinadas a ser examinadas como parte del programa aceptado de control de la calidad a ser aplicado por el constructor. La ubicación y el número de los puntos de control tienen que ser acordados entre el constructor y el inspector.

3.17.8. Particular atención se tiene que dar a los elementos de altas tensiones. La inspección con partículas magnéticas se tiene que utilizar en los extremos de los cordones de soldadura, uniones en T, uniones o cruces en los principales miembros estructurales y en las conexiones del marco de la hélice.

3.17.9. Los puntos de control para el examen volumétrico tienen que seleccionarse para que una muestra representativa de la soldadura se examine.



3.17.10. Las posiciones típicas para un examen volumétrico y el número de puntos de control que se han de adoptar se muestran en el Cuadro 2.3.1. Una lista de los elementos propuestos para ser examinados se tiene que presentar para su aprobación.

3.17.11. Para la estructura del casco de los espacios refrigerados y de las embarcaciones diseñadas para operar en bajas temperaturas, la extensión de los ensayos no destructivos será especialmente considerada.

3.17.12. Para todos los tipos de embarcaciones, el constructor tiene que llevar a cabo ensayos no destructivos al azar a instancia del inspector.

3.17.13. El pleno alcance de cualquier defecto de soldadura se debe determinar mediante la aplicación de ensayos no destructivos adicionales cuando sea necesario. Los defectos inaceptables tienen que eliminarse completamente y, cuando sea necesario, volverse a soldar. La reparación tiene que ser examinada después de que se haya vuelto a soldar, véase 3.19.

3.17.14. Los resultados de los ensayos no destructivos efectuados durante la construcción tienen que registrarse y evaluarse por la Constructor de manera continua a fin de que la calidad de la soldadura pueda ser controlada. Estos registros se van a poner a disposición de los inspectores.

3.17.15. El alcance de los ensayos no destructivos aplicados tiene que incrementarse cuando esté justificado por el análisis de los resultados anteriores.

Cuadro 2.3.1 Ensayos no destructivos de las soldaduras

<i>Ensayos no destructivos volumétricos – Extensión recomendada de examen, ver 3.17.10</i>		
<i>Elemento</i>	<i>Situación</i>	<i>Puntos de control, ver Nota 1</i>
<i>Intersecciones a tope de chapas y juntas de fabricaciones y secciones de soldadura</i>	<i>A lo largo de: - forro del casco - mamparos longitudinales y transversales - interior del fondo y</i>	<i>La suma de las longitudes de los puntos de control, ver Nota 2, examinados en las intersecciones tiene que ser L, en donde L es la longitud completa del buque en metros</i>



	<i>gánguil de fondo</i>	
<i>Soldaduras a tope de las placas</i>	<i>A lo largo de</i>	<i>1 m en 25 m (ver Nota 3)</i>
<i>Soldadura de juntas en las placas</i>	<i>A lo largo de</i>	<i>1 m en 100 m</i>
<i>Topes de plancha en longitudinales</i>	<i>Forro del casco dentro del 0,4L en crujía</i>	<i>1 en 10 soldaduras</i>
	<i>Forro del casco fuera del 0,4L en crujía</i>	<i>1 en 20 soldaduras</i>
<i>Tope de plancha de quilla de lastre</i>	<i>A lo largo de</i>	<i>1 en 10 soldaduras</i>
<i>Elementos estructurales cuando se hacen con soldaduras de penetración completa tal como sigue:</i> <i>- conexiones de meseta y el mamparo de meseta inferior del forro del durmiente</i> <i>- ondulaciones verticales en el interior del fondo</i> <i>- Charnela de gánguil</i> <i>- Traca de cinta de la viga de cubierta</i> <i>- Escotillas en la cubierta</i>	<i>A lo largo de</i>	<i>1 m en 20 m</i>
NOTAS <i>1. La longitud de cada punto de control tiene que estar entre 0,3 m y 0,5 m.</i> <i>2. Para los puntos de control en las intersecciones la dimensión medida de la longitud tiene que ser en la dirección de la soldadura a tope.</i> <i>3. Los puntos de control en las soldaduras a tope y costuras de la soldadura están en adición a estos en las intersecciones.</i> <i>4. Las posiciones acordadas no tienen que estar indicadas en los bloques antes de que la soldadura se lleve a cabo, tampoco cualquier tratamiento especial se tiene que dar en estas situaciones.</i> <i>5. Particular atención se tiene que dar para las tasas de reparación en los topes de plancha longitudinales. Las soldaduras adicionales se tienen que probar en el caso de que los defectos, como falta de fusión o penetraciones incompletas, se observen repetidamente.</i>		



10.2 Maquinaria:

10.2.1 Propulsión:

Parte 12, Capítulo 1, Sección 3 Materiales

3.1 Fundiciones para hélices

3.1.2. La resistencia a la tracción mínima de las fundiciones no tiene que ser inferior a la indicada en el Cuadro 1.3.1.

Cuadro 1.3.1 Materiales para hélices

Material	Resistencia a la tracción mínima específica N/mm ²	G Densidad g/cm ³	U Tensión admisible N/mm ²
Aceros al carbono	400	7,9	20,6
Aceros con baja aleación	440	7,9	20,6
Aceros inoxidables 13% de cromo	540	7,7	41
Acero inoxidable austenítico cromo-níquel	450	7,9	41
Aceros inoxidables dúplex	590	7,8	41
Bronce manganeso Grado Cu 1 (bronce de alta resistencia)	440	8,3	39
Bronce níquel-manganeso Grado Cu 2 (bronce de alta resistencia)	440	8,3	39
Bronce níquel-aluminio Grado Cu 3	590	7,6	56
Bronce manganeso-aluminio Grado Cu 4	630	7,5	46

Parte 12, Capítulo 1, Sección 4 Diseño de la hélice

4.1 Espesor mínimo de la pala

4.1.1. Para hélices con un ángulo de inclinación de menos de 25°, tal como se define en el punto 1.3.1, el espesor mínimo de la pala, T , de las palas de la hélice en el 25 por ciento del radio para hélices sólidas, en el 35 por ciento del radio para hélices de paso controlable, descuidando cualquier incremento debido a los filetes, y en el 60 por ciento del radio, no tiene que ser inferior a:

$$T = \frac{KCA}{EFULN} + 100 \sqrt{\frac{3150MP}{EFRULN}} \text{ mm}$$

dónde



Para las hélices sólidas en el 25 por ciento del radio

$$C = 1,0$$

$$F = \frac{P_{0,25}}{D} + 0,8$$

$$M = 1,0 + \frac{3,75D}{P_{0,7}} + 2,8 \frac{P_{0,25}}{D}$$

Para todas las hélices en el 60 por ciento del radio

$$C = 1,6$$

$$F = \frac{P_{0,6}}{D} + 4,5$$

$$M = 1,35 + \frac{5D}{P_{0,7}} + 1,35 \frac{P_{0,6}}{D}$$

4.1.2. *El radio del ángulo entre la raíz de una pala y el núcleo de la hélice no tiene que ser inferior al espesor de las Reglas de la pala o equivalente en esta ubicación. Los filetes curvados compuestos o filetes elípticos que proporcionan un radio más efectivo a la pala son aceptables y son preferibles. Cuando los radios del filete del tamaño requerido no pueden ser proporcionados, el valor de U se tiene que multiplicar por*

$$\left(\frac{r}{T}\right)^{0,2}$$

4.1.4. *Para las hélices que tienen unos ángulos de inclinación de 25° o más, pero menores de 50°, el espesor en la mitad de la cuerda. $T_{sk0,6}$, en el 60 por ciento de radio no tiene que ser inferior a:*

$$T_{sk0,6} = 0,54T_{0,6}\sqrt{(1 + 0,1\theta_s)} \text{ mm}$$

El espesor en el medio de la cuerda, $T_{sk \text{ raíz}}$, en el 25 o el 35 por ciento de radio, descuidando cualquier incremento debido a los filetes, no tiene que ser inferior a:

$$T_{sk \text{ raíz}} = 0,74T_{\text{raíz}}\sqrt[4]{(1 + 0,1\theta_s)} \text{ mm}$$

dónde



Los espesores en el resto de los radios deben ser unidos por una curva y las secciones tienen que ser de una sección con perfil aerodinámico adecuado.

4.2 Interferencia ajuste de hélices sin chavetas

4.2.2. Cuando se propone un ajuste de la hélice sin chaveta por el método de compresión, la parada, δ en el eje de la hélice no tiene que ser inferior a:

$$\delta = \frac{d_1}{\theta_1} (p_1 B_3 + (\alpha_3 - \alpha_1)(35 - T_1)) \text{ mm}$$

El límite de elasticidad o 0,2 por ciento de la tensión de prueba, σ_o del material de la hélice no tiene que ser inferior a:

$$\sigma_o = \frac{1,4}{B_3} \left(\frac{\theta_1 \delta_p}{d_1} + T_1 (\alpha_3 - \alpha_1) \right) \frac{3k_3^4 + 1}{k_3^2 - 1} \text{ N/mm}^2$$

dónde

δ_p = es la parada propuesta en la temperatura de ajuste. El punto de inicio de carga, W , para determinar la parada actual no tiene que ser inferior a:

$$W = A_1 \left(0,002 + \frac{\theta_1}{20} \right) \left(p_1 + \frac{18}{B_3} (\alpha_3 - \alpha_1) \right) N$$

4.3 Hélices con chavetas empujadas hacia arriba por una tuerca hidráulica

4.3.1. Los cálculos tienen que llevarse a cabo para demostrar que la tensión de prueba del material del núcleo no se supera en la zona del radio del filete de la raíz del chavetero. Con el fin de reducir la probabilidad de encogimiento una tensión de compresión no inferior a 20 N/mm² tiene que alcanzarse entre el núcleo y el eje.

4.4 Núcleo de la hélice

4.4.1. El borde de la cavidad del núcleo de la hélice tiene que redondearse con un radio de 6 mm. En el caso de hélices con chavetas, la longitud de la superficie de montaje hacia adelante tiene que ser de alrededor de un diámetro.

4.4.2. La perforación de orificios a través de los núcleos de las hélices tiene que evitarse, excepto cuando sea esencial para el diseño.



Parte 10, Capítulo 1, Sección 3 Materiales

3.2 Materiales del cigüeñal

3.2.1. La resistencia a la tracción mínima específica de piezas de fundición y forja de cigüeñales tiene que seleccionarse dentro de los siguientes límites:

(a). Fundición de acero carbono-manganeso --

400 a 550 N/mm².

(b). Acero forjado de carbono-manganeso (normalizado y templado) --

400 a 600 N/mm².

(c). Acero forjado de carbono-manganeso (normalizado y templado) --

no superior a 700 N/mm².

(d). Piezas de fundición de aleación de acero --

no superior a 700 N/mm².

(e). Piezas forjadas de aleación de acero --

no superior a 1000 N/mm².

(f). Fundiciones de grafito de hierro esferoidal o nodular --

370 a 800 N/mm².

Cuadro 1.3.1 Requisitos de ensayo de los materiales

<i>Ensayos no destructivos</i>			
<i>Componentes</i>	<i>Ensayos de materiales</i>	<i>Partículas magnéticas o líquidos penetrantes</i>	<i>Ultrasonidos</i>
<i>Cigüeñal</i>	<i>Todos</i>	<i>Todos</i>	<i>Todos</i>
<i>Brida de acoplamiento del cigüeñal (no integral) para motores de propulsión principal</i>	<i>Por encima de 400 mm de diámetro</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>Pernos de unión del cigüeñal</i>	<i>Por encima de 400 mm de diámetro</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>Coronas de acero del pistón</i>	<i>Por encima de 400 mm de diámetro</i>	<i>Por encima de 400 mm de diámetro</i>	<i>Todos</i>
<i>Biela</i>	<i>Por encima de 400 mm de diámetro</i>	<i>Por encima de 400 mm de diámetro</i>	<i>Por encima de 400 mm de</i>



<i>Pistones, incluyendo la tapa del cojinete</i>	<i>Todos</i>	<i>Todos</i>	<i>diámetro Por encima de 400 mm de diámetro</i>
<i>Cruceta</i>	<i>Por encima de 400 mm de diámetro</i>	-	-
<i>Camisa del cilindro</i>	<i>Por encima de 300 mm de diámetro</i>	-	-
<i>Tapa del cilindro</i>	<i>Por encima de 300 mm de diámetro</i>	<i>Por encima de 400 mm de diámetro</i>	<i>Todos</i>
<i>Fundiciones de acero para bancadas soldadas</i>	<i>Todos</i>	<i>Todos</i>	<i>Todos</i>
<i>Forjas de acero para bancadas soldadas</i>	<i>Todos</i>	-	-
<i>Placas para bancadas soldadas, cuadernas y entabladuras</i>	<i>Todos</i>	-	-
<i>Caja del cigüeñal, soldada o fundida</i>	<i>Todos</i>	-	-
<i>Barras de acople</i>	<i>Todos</i>	<i>Por encima de 400 mm de diámetro</i>	-
<i>Turbocompresor, eje y rotor</i>	<i>Por encima de 300 mm de diámetro</i>	-	-
<i>Pernos y tornillos para tapas de cilindros, crucetas, cojinetes principales, cojinetes del pistón</i>	<i>Por encima de 300 mm de diámetro</i>	<i>Por encima de 400 mm de diámetro</i>	-
<i>Ruedas de dirección de acero</i>	<i>Por encima de 400 mm de diámetro</i>	<i>Por encima de 400 mm diámetro</i>	-

NOTAS

1. Para cigüeñales forjados cerrados, el examen por ultrasonidos puede limitarse a la producción inicial y posteriores controles ocasionales.
2. Los ensayos por partículas magnéticas o líquidos penetrantes de barras de acople pueden limitarse a las porciones de rosca y al material adyacente sobre una longitud igual a la de la rosca.
3. Las tapas y camisas del cilindro fabricadas a partir de fundiciones de grafito de hierro esferoidal o nodular, pueden no ser adecuadas para ensayo por ultrasonidos, dependiendo del tamaño de grano y la geometría. Un procedimiento de ensayos no destructivos alternativo tiene que acordarse con LR.
4. Las dimensiones del diámetro se refieren a los diámetros del cilindro del motor.

[Parte 10, Capítulo 1, Sección 4 Diseño del cigüeñal](#)

4.3 Factores de concentración de la tensión

4.3.1. Factores geométricos. Las variables del cigüeñal usadas en el cálculo de las concentraciones geométricas de tensión junto con sus límites de aplicación se muestran en el Cuadro 1.4.1.



Cuadro 1.4.1 Variables del cigüeñal

Variable	Rango	
	Inferior	Superior
$b = B/D_p$	1,20	2,20
$d_j = D_{ij}/D_p$	0,00	0,80
$d_p = D_{pi}/D_p$	0,00	0,80
$m_j = M_j/D_p$	0,00	r_{jb}
$m_p = M_p/D_p$	0,00	r_p
$r_{jB} = R_j/D_p$	0,03	0,13
$r_{jT} = R_j/D_j$	0,03	0,13
$r_p = R_p/D_p$	0,03	0,13
$t = T/D_p$	0,20	0,80
$u = U/D_p$	-0,50	0,70

NOTAS

1. En el caso de que las variables caigan fuera del rango, unos métodos alternativos tienen que utilizarse y todos los detalles presentarse para su consideración.
2. Un límite inferior u por debajo de -0,7 es aceptable, pero para fines de cálculo se aplicará el límite del Cuadro anterior.

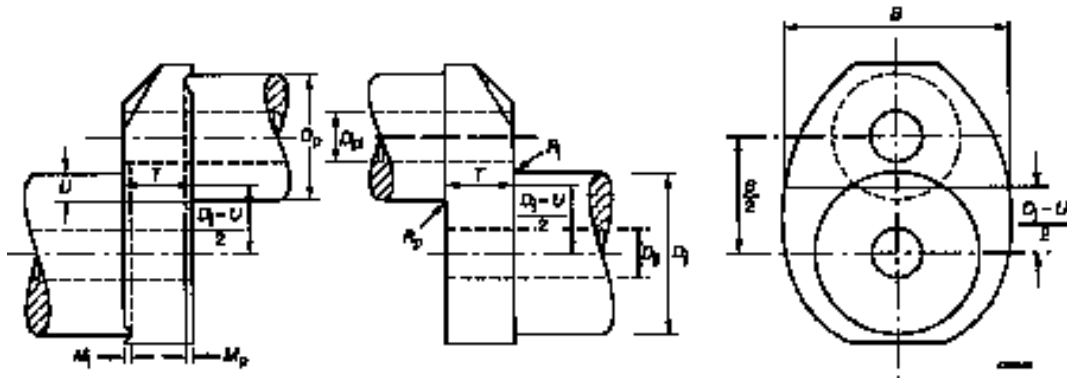


Figura 1.4.1 Dimensiones de la manivela necesarias para el cálculo de los factores de concentración de la tensión.

4.3.2. Factores de concentración de la tensión en la muñequilla:

Flexión:

$$\alpha_B = 2,70 f(ut) \cdot f(t) \cdot f(b) \cdot f(r) \cdot f(dp) \cdot f(dj) \cdot f(rec)$$

Donde

$$f(ut) = 1,52 - 4,1t + 11,2t^2 - 13,6t^3 + 6,07t^4 - u(1,86 - 8,26t + 18,2t^2 - 18,5t^3 + 6,93t^4) - u^2(3,84 - 25,0t + 70,6t^2 - 87,0t^3 + 39,2t^4)$$



$$f(t) = 2,18t^{0,717}$$

$$f(b) = 0,684 - 0,0077b + 0,147b^2$$

$$f(r) = 0,208r_p^{(-0,523)}$$

$$f(dp) = 1 + 0,315(dp) - 1,52(dp)^2 + 2,41(dp)^3$$

$$f(dj) = 1 + 0,27(dj) - 1,02(dj)^2 + 0,531(dj)^3$$

$$f(rec) = 1 + (m_p + m_j) (1,8 + 3,2u)$$

válido solo entre $u = -0,5$ y $0,5$

Torsión

$$\alpha_T = 0,8f(ru) \cdot f(b) \cdot f(t)$$

Donde

$$f(ru) = r_p^{-(0,22 + 0,1u)}$$

$$f(b) = 7,9 - 10,65b + 5,35b^2 - 0,857b^3$$

$$f(t) = t^{(-0,145)}$$

4.3.3. Factores de concentración de la tensión del cojinete de la biela:

Flexión

$$\beta_B = 2,71f_B(ut) \cdot f_B(t) \cdot f_B(b) \cdot f_B(r) \cdot f_B(dj) \cdot f_B(dp) \cdot f(rec)$$

Donde

$$f_B(ut) = 1,2 - 0,5t + 0,32t^2 - u(0,80 - 1,15t + 0,55t^2) - u^2(2,16 - 2,33t + 1,26t^2)$$

$$f_B(t) = 2,24t^{0,755}$$

$$f_B(b) = 0,562 + 0,12b + 0,118b^2$$

$$f_B(r) = 0,191r_B^{(-0,557)}$$

$$f_B(dj) = 1 - 0,644dj + 1,23(dj)^2$$

$$f_B(dp) = 1 - 0,19dp + 0,0073(dp)^2$$

$$f(rec) = 1 + (m_p + m_j) (1,8 + 3,2u)$$



válido sólo entre $u = -0,5$ y $0,5$

Cizalla directa

$$B_Q = 3,01 f_Q(u) \cdot f_Q(t) \cdot f_Q(b) \cdot f_Q(r) \cdot f_Q(dp) \cdot f(rec)$$

Donde

$$f_Q(u) = 1,08 + 0,88u - 1,52(u)^2$$

$$f_Q(t) = \frac{t}{0,0637 + 0,937t}$$

$$f_Q(b) = b - 0,5$$

$$f_Q(r) = 0,533 r_{JB}^{(-0,204)}$$

$$f_Q(dp) = 1 - 1,19dp + 1,74(dp)^2$$

$$f(rec) = 1 + (m_p + m_i) (1,8 + 3,2u)$$

válido solo entre $u = -0,5$ y $0,5$

Torsión

Donde

$$\beta_T = 0,8 f(ru) \cdot f(b) \cdot f(t)$$

$$f(ru) = r_{JT}^{-(0,22 + 0,1u)}$$

$$f(b) = 7,9 - 10,65b + 5,35b^2 - 0,857b^3$$

$$f(t) = t^{(-0,145)}$$

4.3.4. Cuando las mediciones experimentales de las concentraciones de tensión están disponibles tienen que utilizarse. El análisis documentado completo de las mediciones experimentales tiene que presentarse para su consideración.

4.4 Tensiones nominales

4.4.1. La tensión nominal de flexión de la rotación, σ_b , tiene que calcularse a partir del máximo y mínimo momento de flexión teniendo en cuenta todas las fuerzas que se aplican en el cigüeñal en un ciclo de trabajo con el cigüeñal simplemente soportado en la mitad de la longitud de los cojinetes principales.



4.4.2. Las tensiones nominales de flexión hacen referencia al módulo de flexión del alma.

4.4.3. Tensión nominal de flexión de la rotación:

$$\sigma_b = \pm \frac{M_b}{Z_{web}} k_e N/mm^2$$

dónde

$$Z_{alma} = \frac{BT^2}{6} mm^3$$

$k_e = 0,8$ para los motores de cruceta

$= 1,0$ para los motores de émbolo

4.4.4. La tensión nominal de cizalla directa en el alma para fines de evaluar los cojinetes principales tiene que añadirse algebraicamente a la tensión de flexión, utilizando las fuerzas de rotación que se han utilizado para la obtención de M_b en 4.4.3.

4.4.5. La tensión nominal hace referencia al área de sección transversal.

4.4.6. Tensión nominal de cizalla directa de la rotación:

$$\sigma_Q = \pm \frac{F}{A_{web}} k_e N/mm^2$$

dónde

$$A_{alma} = BT mm^2$$

4.4.7. La tensión nominal de torsión de la rotación, τ_a , debe tenerse en cuenta. El valor tiene que obtenerse a partir de los cálculos de la vibración de amortiguación forzada del sistema dinámico completo. Los métodos alternativos se considerarán. El diseñador del motor tiene que asesorar al nivel máximo de tensión de vibración alterna que se permite.

4.4.9. Tensión alterna nominal de torsión:

$$r_a = \frac{T_a}{Z_T} N/mm^2$$



Si T_a se conoce, el valor puede calcularse mediante la siguiente fórmula como una aproximación en primer lugar:

$$T_a = \left((18,6 - 0,0132D_e) \times \left(\frac{\sigma_u + 160}{560} \right) \right) \times Z_e \text{ N/mm}$$

Donde

$$D_e = D_j \sqrt[3]{1 + \left(\frac{D_{ji}}{D_j} \right)^4}$$

$$\sigma_r = D_p \sqrt[3]{1 - \left(\frac{D_{pi}}{D_p} \right)^4}$$

Lo que sea más pequeño

4.5.1. Borde de la muñequilla:

Tensión máxima de flexión de rotación:

$$\sigma_p = \alpha_B (\sigma_b + \alpha_{ax}) \text{ N/mm}^2$$

Tensión máxima de torsión de rotación:

$$r_p = \alpha_T r_{ax} \text{ N/mm}^2$$

4.5.2. Borde del muñón del cigüeñal:

Tensión máxima de flexión de rotación:

$$\sigma_j = \beta_B (\sigma_b + \sigma_{ax}) + \beta_Q \sigma_Q \text{ N/mm}^2$$

Tensión máxima de torsión de rotación:

$$r_j = \beta_T r_a \text{ N/mm}^2$$

Donde

4.6 Tensión equivalente de rotación

4.6.1. La tensión equivalente de rotación de la muñequilla, σ_{ep} , del cojinete principal σ_{ej} , se define como:

$$\sigma_{epj} = \sqrt{(\sigma + 10)^2 + 3r^2} \text{ N/mm}^2$$



Donde

$$\sigma = \sigma_p \text{ o } \sigma_j \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = \tau_p \text{ o } \tau_j \text{ N/mm}^2$$

4.7 Resistencia a la fatiga

4.7.1. La resistencia a la fatiga del cigüeñal se basa en la muñequilla y cojinete principal de la siguiente forma:

$$\sigma_{fp} = K_1 K_2 (0,42\sigma_u + 39,3)$$

$$\left(0,264 + 1,073D_p^{0,2} + \frac{785 - \sigma_u}{4900} + \frac{196}{\sigma_u} \sqrt{\frac{1}{B_p}} \right) \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{fp} = K_1 K_2 (0,42\sigma_u + 39,3)$$

$$\left(0,264 + 1,073D_j^{0,2} + \frac{785 - \sigma_u}{4900} + \frac{196}{\sigma_u} \sqrt{\frac{1}{B_j}} \right) \text{ N/mm}^2$$

4.7.2. Un valor de K_2 se asignará a petición de los diseñadores del motor. Todos los detalles del proceso, junto con los resultados de ensayos de fatiga a escala natural serán necesarios para ser presentados para su examen. Alternativamente, los siguientes valores se deben tomar (zona de superficie endurecida a fin de incluir el radio del ángulo):

$K_2 = 1,15$ para endurecidos por inducción

$= 1,25$ para nitrurado

4.8 Criterios de aceptación

4.8.1. El factor de aceptabilidad, Q , tiene que ser superior a 1,15:

$$Q = \frac{\sigma_f}{\sigma_e}$$

dónde

$$\sigma_f = \sigma_{fp} \text{ o } \sigma_{fj}$$

$$\sigma_e = \sigma_{ep} \text{ o } \sigma_{ej}$$



4.9 Agujero de aceite del cigüeñal

4.9.1. La unión del agujero de aceite con la muñequilla o cojinete principal tiene que formarse con un radio adecuado y con un buen acabado superficial.

4.9.2. Los cálculos de resistencia a la fatiga o alternativamente, los resultados de las pruebas de fatiga pueden requerirse para demostrar la aceptabilidad.

4.10 Ajuste por contracción de cigüeñales semi construidos

4.10.1. Las siguientes fórmulas son aplicables a los cigüeñales montados por la disminución de los cojinetes principales dentro de las manijas del cigüeñal.

4.10.2. En general, el radio de transición, R_j , entre el diámetro del cojinete principal, D_j , y el diámetro de reducción, D_s , no tiene que ser inferior de $0.015 D_j$ o $0,5 (D - D_j)$.

4.10.3. La distancia, y , entre la parte inferior de la clavija y el diámetro de reducción debe ser mayor de $0,05 D_s$.

4.10.5. La interferencia diametral propuesta tiene que estar dentro de los límites siguientes (véase también la [fig. 1.4.2](#)):

La interferencia diametral mínima requerida tiene que ser lo mayor de:

$$\delta_{min} = \frac{12,156 \times 10^6 (FoS) P}{T D_{su} E} \frac{P}{R} (1 + C)$$

$$\frac{k^2 - l^2}{(k^2 - 1)(1 - l^2)} \text{ mm}$$

o

$$\delta_{min} = \frac{\sigma_y D_{su}}{E}$$

Dónde

$$k = D_o / D_s$$

$$L = D_j / D_s$$

$$D_o = D_s + 2h, \text{ mm}$$



La interferencia diametral máxima, d máx. no debe ser superior a:

$$\delta_{max} = \frac{\sigma_y D_s}{E} + \frac{1,8 D_s}{1000} \text{ mm}$$

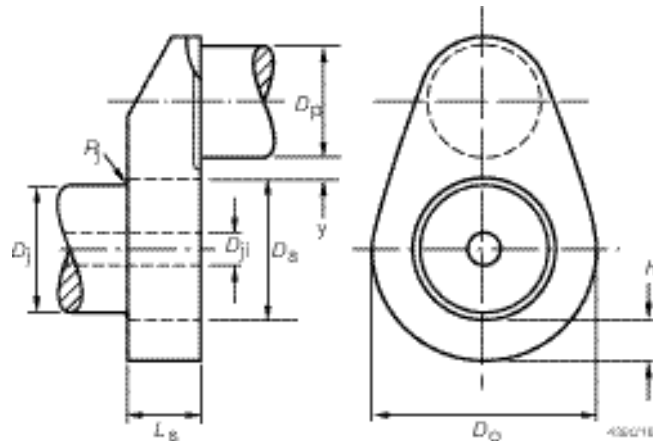


Figura 1.4.2 Carrera del cigüeñal de cigüeñal semi-construido

4.10.6. Las marcas de referencia tienen que proporcionarse en la unión exterior de las manijas de cigüeñal con los cojinetes.

[Parte 10, Capítulo 1, Sección 5 Construcción y estructuras soldadas](#)

5.1 Cárceres

5.1.1 Los cárteres y sus puertas han de ser de construcción sólida y las puertas han de estar bien sujetas de forma que no puedan ser fácilmente desplazadas por una explosión.

5.2 Juntas soldadas

5.2.1 Las bancadas y los principales componentes de las estructuras del motor tienen que hacerse con un número mínimo de juntas soldadas.

5.2.2 Las uniones dobles de soldadura tienen que adoptarse siempre que sea posible en vista de su resistencia superior a la fatiga.

5.2.3 Los ensamblajes de vigas y cuadernas, en la medida de lo posible, deben realizarse desde una chapa o bloque, conformado según sea necesario, en lugar de soldadura junto con un número de piezas pequeñas.



5.2.5 Se debe estar alerta para evitar concentraciones de tensión tales como equinas afiladas y cambios bruscos de sección.

5.2.6 Las uniones en las partes de la estructura del motor que están tensionadas por las principales cargas de gas y de inercia tienen que diseñarse como soldaduras continuas totalmente resistentes y para una completa fusión de la unión. Tienen que disponerse de tal forma que, en general, las soldaduras no intersecten, y que la soldadura pueda efectuarse sin dificultad y que una adecuada inspección pueda llevarse a cabo. Los cambios bruscos en la sección de la chapa tienen que evitarse y cuando las placas de espesor substancialmente desigual tienen que soldarse, el espesor de la chapa más gruesa tiene que achaflanarse gradualmente hasta el espesor de la chapa más delgada. Las uniones en T tienen que hacerse con un biselado completo o preparación equivalente para garantizar la penetración completa.

5.2.7 En las vigas transversales de una única chapa las fundiciones para los alojamientos de los cojinetes principales tienen que formarse con extensiones del alma que puedan ser soldadas a la brida o placas del alma vertical de la viga. Los esfuerzos en la viga transversal tienen que fijarse a las bridas por soldadura de penetración completa.

[Parte 10, Capítulo 1, Sección 6 Disposiciones de seguridad en los motores](#)

6.1 Válvulas de seguridad del cilindro

6.1.1. Las válvulas de seguridad del cilindro tienen que colocarse en los motores que tengan cilindros de más de 230 mm de diámetro. Las válvulas tienen que cargarse a no más del 40 por ciento por encima de la máxima presión de diseño y tienen que descargarse cuando no pueda ocurrir daño alguno.

6.1.2. En el caso de los motores auxiliares, se estudiará la posibilidad de la sustitución de la válvula de seguridad por un eficiente dispositivo de sobrepresión en el cilindro.

6.1.3. Los espacios de evacuación en conexión abierta con los cilindros tienen que equiparse con válvulas de seguridad de explosión.



6.2 Válvulas de seguridad en el cárter

6.2.1. Los cárteres tienen que equiparse con válvulas de peso ligero accionadas por un resorte u otros dispositivos de actuación rápida y de cierre automático de un tipo homologado, para aliviar a los cárteres de la presión en el caso de una explosión interna y para evitar cualquier irrupción después de la explosión. Las válvulas tienen que diseñarse para abrirse a una presión no superior a 0,2 bar.

6.2.2. Las tapas de las válvulas deben hacerse de material dúctil, capaz de resistir el choque de contacto con los tapones en la posición totalmente abierta.

6.2.3. Las válvulas tienen que posicionarse para minimizar la posibilidad de peligros y daños derivados de la emisión de llama. En caso de que tenga que instalarse la protección mediante el uso de una protección de la llama, la válvula tiene que ensayarse para demostrar que el recubrimiento no afecta negativamente a la operación y al funcionamiento eficaz de la válvula.

6.2.4. En los motores que tengan cilindros de diámetro no superior a 200 mm y que tengan volumen bruto del cárter no superior a 0,6 m³, las válvulas de seguridad pueden omitirse.

6.2.5. En los motores con diámetro de cilindro superior a 200 mm pero no superior a 250 mm, por lo menos dos válvulas tienen que proporcionarse; cada válvula tiene que localizarse en o cerca de los extremos del cárter. Cuando el motor tiene más de ocho cigüeñales una válvula adicional tiene que instalarse cerca del centro del motor.

6.2.6. En los motores con diámetros de cilindros superiores a 250 mm pero inferiores a 300 mm, por lo menos una válvula de escape tiene que instalarse en la zona de cada cigüeñal alterno con un mínimo de dos válvulas. Para los motores con 3, 5, 7, 9, etc., cigüeñales, el número de válvulas de seguridad no tiene que ser inferior a 2, 3, 4, 5, etc., respectivamente.

6.2.7. En los motores con cilindros de diámetro superior a 300 mm por lo menos una válvula de seguridad tiene que instalarse en la zona de cada uno de los cigüeñales principales.



6.2.8. *Unas válvulas de seguridad adicionales tienen que instalarse para los espacios separados en el cárter, como engranajes o cajas de cambios para el árbol de levas o impulsor similar, cuando el volumen total de estos espacios sea superior a 0,6 m³.*

6.2.9. *El área libre combinada de las válvulas de seguridad del cárter colocadas en un motor no tiene que ser inferior a 115 cm²/m³ basándose en el volumen del cárter.*

6.2.10. *El área libre de cada válvula de seguridad no tiene que ser inferior a 45 cm².*

6.2.11. *El área libre de la válvula de seguridad es la mínima área del flujo en cualquier sección a través de la válvula cuando la válvula está totalmente abierta.*

6.2.12. *Para determinar el volumen del cárter, con el fin de calcular el área libre combinada de las válvulas de seguridad del cárter, el volumen de las partes estacionarias dentro del cárter deben deducirse del volumen total interno del cárter.*

6.3 Tubos de ventilación

6.3.1. *Cuando los tubos de ventilación del cárter están colocados, deben hacerse lo más pequeños posible para reducir al mínimo la irrupción de aire después de una explosión. Las aberturas en los cárteres de los motores principales tienen que dirigirse a una posición segura en la cubierta u otra posición aprobada.*

6.3.2. *Si se prevé la extracción de los gases dentro del cárter, por ejemplo, para fines de detección de niebla de aceite, el vacío en el cárter no tiene que ser superior a 25 mm de agua.*

6.3.3. *Las tuberías de drenaje de aceite lubricante del cárter del motor hasta el tanque de drenaje tienen que sumergirse en los extremos de sus salidas. Cuando dos o más motores están instalados, los tubos de ventilación, en su caso, y las tuberías de drenaje de aceite de lubricación deben ser independientes a fin de evitar intercomunicación entre los cárteres.*

6.4 Aviso de advertencia



6.4.1. *Una advertencia debe colocarse en un lugar destacado, preferiblemente en la puerta del cárter en cada lado del motor, o, alternativamente, en la estación de control de la sala de máquinas. Este aviso tiene que especificar que cada vez que se sospeche sobrecalentamiento en el cárter, las puertas u orificios de inspección en el cárter no deben abrirse hasta que un tiempo razonable haya transcurrido después de detener el motor, suficiente para permitir la adecuada refrigeración en el cárter.*

6.5 Acceso al cárter e iluminación

6.5.1. *Cuando el acceso a los espacios del cárter es necesario para fines de inspección, unos peldaños adecuadamente posicionados o disposiciones equivalentes tienen que proporcionarse como se considere oportuno.*

6.5.2. *La iluminación interior, cuando exista, tiene que ser aprueba de llama.*

Parte 10, Capítulo 1, Sección 7 Dispositivos de arranque

7.1 Dispositivos iniciales de arranque

7.1.1. *El equipo para el arranque de los motores principales y auxiliares tiene que proporcionarse de forma que la carga necesaria inicial del aire de arranque o potencia eléctrica inicial pueda desarrollarse a bordo de la embarcación sin ayuda exterior. Si para este propósito un compresor de aire de emergencia o generador eléctrico es requerido, estas unidades tienen que poder ser accionadas mediante arranque manual, o mediante motor de aceite excepto en el caso de instalaciones pequeñas donde un compresor operado manualmente de capacidad aprobada puede ser aceptado. Alternativamente, otros dispositivos de un tipo aprobado pueden ser aceptados como medios de proporcionar el arranque inicial, véase también el punto 2.4.2, Sección 2, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.*

7.5 Dispositivos de arranque eléctrico

7.5.1. *Cuando los motores principales están equipados con motores de arranque, dos baterías tienen que colocarse. Cada batería tiene que ser capaz de arrancar los motores cuando estén fríos y la capacidad combinada tiene que ser suficiente sin recarga para proporcionar el número de arrancadas de los motores principales*



que se requiere en el punto 7.3 de la Sección 7, Capítulo 1, Parte 10 de las Reglas.

7.5.2. Los dispositivos de arranque eléctricos para los motores auxiliares tienen que tener dos baterías separadas o ser alimentados por circuitos separados procedentes de las baterías del motor principal cuando tales están equipadas. Cuando uno de los motores auxiliares solo está equipado con un arranque eléctrico una batería será aceptada.

7.5.3. La capacidad conjunta de las baterías para iniciar los motores auxiliares tiene que ser suficiente para al menos tres arranques para cada motor.

7.5.4. Las baterías de arranque del motor tienen que utilizarse solo para el propósito de arrancar los motores y para los propios dispositivos de control de los motores. Se tienen que proporcionar medios para garantizar que la energía almacenada en las baterías se mantiene en el nivel requerido para arrancar los motores tal como se define en 7.5.1 y 7.5.3.

7.5.5. Cuando los motores están equipados con baterías de arranque eléctrico, una alarma tiene que proporcionarse para nivel de batería baja.

7.6 Arranque de la fuente de energía de emergencia

7.6.1. Los generadores de emergencia deben ser capaces de ser arrancados fácilmente en sus condiciones frías por debajo de una temperatura de 10°C. Si esto no fuera posible, o si pueden darse temperaturas más bajas, tienen que tomarse medidas para la provisión y mantenimiento de los dispositivos de calefacción, para que pueda asegurarse el arranque.

7.6.2. Cada generador de emergencia que está dispuesto para ser arrancado automáticamente tiene que estar equipado con un sistema de arranque homologado que tenga dos fuentes independientes de energía almacenada, cada una de ellas tiene que ser suficiente para al menos tres arranques consecutivos. Cuando el arranque manual se demuestra eficaz, solo una fuente de energía almacenada se necesitará. Sin embargo, esta fuente de energía almacenada



tiene que estar protegida contra la reducción drástica por debajo del nivel requerido para el arranque.

7.6.3. Se tiene que hacer provisión para mantener continuamente la energía almacenada en todo momento, y para este propósito:

(a). Los sistemas de arranque eléctricos y hidráulicos tienen que mantenerse a partir del cuadro de interruptores de emergencia.

(b). Los sistemas de arranque de aire comprimido deben mantenerse por los receptores de aire comprimido principales o auxiliares, a través de una adecuada válvula anti retorno, o por un compresor de aire de emergencia activado por el cuadro de interruptores de emergencia.

(c). Todos estos dispositivos de arranque, carga y almacenamiento de energía tienen que localizarse en la sala del generador de emergencias. Estos dispositivos no deben utilizarse para cualquier fin que no sea el funcionamiento del generador de emergencia.

10.2.2 Sistemas de combustible

[Parte 10, Capítulo 1, Sección 8 Sistemas de tuberías](#)

8.2 Sistemas de combustible

8.2.1. Los dispositivos de combustible tienen que cumplir con los requisitos de las Secciones 3 y 4, Capítulo 3, Parte 15 de las Reglas.

8.2.2. Todas las líneas externas de alta presión de combustible entre las bombas de combustible de alta presión y los inyectores de combustible tienen que protegerse con un sistema de dobles tuberías capaces de contener el combustible procedente del fallo de la línea de alta presión. Si las mangueras flexibles se utilizan para fines de recubrimiento, estos dispositivos tienen que aprobarse.

8.2.3. La protección tiene que evitar que el aceite combustible o la niebla de aceite combustible alcance una fuente de ignición en el motor o sus entornos. Se tienen que colocar unos adecuados medios de drenaje para drenar cualquier fuga



de combustible y para evitar la contaminación del aceite lubricante por el combustible.

8.3 Filtros de combustible y accesorios

8.3.1. Dos o más filtros se han de colocar en las líneas de suministro de combustible a los motores principales y auxiliares, y los dispositivos tienen que ser tales para que cualquier filtro pueda ser limpiado sin interrupción del suministro de combustible filtrado a los motores.

8.3.2. Las bandejas de goteo se han de instalar bajo los filtros de combustible y otros accesorios que requieren ser abiertos frecuentemente para la limpieza o ajuste o cuando existe la posibilidad de fuga. Unos dispositivos alternativos pueden ser aceptados y todos los detalles deben presentarse para su consideración.

8.4 Sistemas de aceite lubricante

8.4.1. Los dispositivos de aceite lubricante tienen que cumplir con los requisitos de la Parte 15, según proceda.

8.4.2. En caso de que el aceite lubricante para los motores de propulsión principal se distribuya bajo presión, se tiene que hacer provisión para la filtración eficaz del aceite. Los filtros tienen que ser capaces de ser limpiados sin parar el motor o reducir el suministro de aceite filtrado al motor. Las propuestas para un bypass automático para fines de emergencia en motores de alta velocidad se tienen que presentar para una consideración especial.

8.5 Sistemas de agua de refrigeración del motor

8.5.1. Los dispositivos de agua de refrigeración tienen que cumplir con los requisitos de la Parte 15 de las Reglas, según corresponda.

8.6 Sistemas de entrada y de escape

8.6.1. Las entradas del motor tienen que disponerse para proporcionar suficiente aire a los motores mientras que se minimiza la entrada de partículas perjudiciales.



8.6.3. Cuando el escape de dos o más motores es llevado a un silenciador común o caldera de calefacción con los gases de escape o economizador, un dispositivo de aislamiento tiene que proporcionarse en cada tubería de escape.

8.6.4. La disposición del sistema de escape tiene que ser tal para evitar que los gases de escape sean absorbidos dentro de los espacios tripulados, sistemas de aire acondicionado y tomas de aire.

8.7 Sistemas de alta presión de aceite

8.7.1. Cuando se utilizan aceites inflamables en sistemas de alta presión, las líneas de tuberías de aceite entre la bomba de aceite de alta presión y los pistones accionados con aceite tienen que estar protegidos con un sistema de tuberías dobles capaz de evitar al rociador de aceite de fallo en la línea de alta presión.

[Parte 15, Capítulo 3, Sección 4 Sistemas de combustible](#)

4.1 Suministro de combustible a los motores principales y auxiliares

4.1.1. Dos o más filtros se tienen que instalar en las líneas de suministro de combustible a los motores principales y auxiliares, y los dispositivos tienen que ser tales para que cualquier filtro pueda ser limpiado sin interrumpir el suministro de aceite filtrado a los motores.

4.2 Bombas de refuerzo

4.2.1. Cuando una bomba de refuerzo de combustible está instalada, la cual es esencial para el funcionamiento del motor principal, una bomba de reserva se tendrá que proporcionar.

4.2.2. La bomba de reserva tiene que poder conectarse rápidamente para su uso inmediato, pero cuando dos o más motores están instalados, cada uno con su bomba, una bomba de repuesto completa pueda aceptarse siempre que sea fácilmente accesible y pueda instalarse fácilmente.

4.3 Válvula de enfriamiento de las bombas de combustible



4.3.1. Cuando las bombas de combustible están provistas con válvulas de enfriamiento del combustible, los dispositivos tienen que estar en conformidad con 4.2.1 y 4.2.2.

4.4 Bombas de trasiego

4.4.1. Cuando una bomba de potencia es necesaria para el trasiego del combustible, una bomba de reserva se tiene que proporcionar y conectarse lista para utilizarse. La bomba de reserva puede ser una bomba manual. Como alternativa, las conexiones de emergencia pueden ser a otra bomba de potencia adecuada.

4.5 Control de las bombas

4.5.1. Todas las bombas de presión y de trasiego de combustible accionadas independientemente tienen que ser capaces de ser paradas localmente y desde una posición fuera del espacio en la que están ubicadas. La posición de parada a distancia siempre tiene que ser accesible en el caso de incendio en el espacio en el que estas bombas se encuentran.

4.6 Válvulas de seguridad en las bombas

4.6.1. Todas las bombas que son capaces de desarrollar una presión superior a la presión de diseño del sistema tienen que ir provistas de válvulas de seguridad. Cada válvula de seguridad tiene que estar en un circuito cerrado, es decir, dispuesta de forma que descargue en el costado de la aspiración de la bomba y que limite de forma efectiva la presión de descarga de la bomba a la presión de diseño del sistema.

4.7 Conexiones de las bombas

4.7.1. Las válvulas o llaves tienen que interponerse entre las bombas y las tuberías de aspiración y descarga, con el fin de que cualquier bomba pueda cerrarse para su mantenimiento y reparación.

4.8. Tuberías de baja presión



4.8.1. *Las tuberías de trasvase, aspiración y otras tuberías de aceite de baja presión y todas las tuberías que pasen a través de tanques de almacenamiento de aceite tienen que ser adecuadas para una presión de trabajo no inferior a 7 bar.*

4.9 *Válvulas de tanques profundos y sus dispositivos de control*

4.9.1. *Cada tubería de aspiración de combustible desde un tanque de almacenamiento, sedimentación o servicio diario situado por encima del doble fondo, y cada tubo de nivelación de combustible, tiene que ir equipado con una válvula o llave fijada al tanque.*

4.9.2. *En los espacios de máquinas tales válvulas y llaves tienen que ser capaces de ser cerradas localmente y desde posiciones fuera de estos espacios los cuales sean siempre accesibles en el caso de que se produzca un incendio en estos espacios. Las Instrucciones para el cierre de las válvulas o llaves tienen que indicarse en las válvulas y llaves y en las posiciones del control remoto.*

4.9.4. *Cada tubería de aspiración del combustible que pase por dentro de los espacios de máquinas, desde un tanque profundo exterior a estos espacios, tiene que colocarse en el espacio de máquinas con una válvula controlada como en 4.9.2 excepto cuando la válvula en el tanque ya es capaz de ser cerrada desde una posición accesible por encima de la cubierta de cierre.*

4.9.5. *Cuando las tuberías de llenado de tanques profundos de combustible no están conectadas a los tanques cercanos a la parte superior, estas tienen que ir equipadas con válvulas de no retorno en los tanques o con válvulas o llaves instaladas y controladas como en 4.9.2.*

4.10 *Dispositivos de llenado*

4.10.1. *Las estaciones de llenado tienen que estar aisladas de otros espacios y estar eficazmente drenadas y ventiladas.*

4.10.2. *Se tiene que tener en cuenta la sobrepresión en las líneas de tuberías de llenado. Cualquier válvula de escape colocada para este fin tiene que descargar a un tanque de reboses o otra posición segura.*



4.11 Precauciones contra los incendios

4.11.1. Las tuberías, válvulas y acoplamientos que conduzcan fluidos inflamables tienen que instalarse, monitorizarse o protegerse adecuadamente de otra forma para evitar fugas dentro sobre superficies calientes, dentro de aspiraciones de las máquinas, u otras fuentes de ignición como son los equipos eléctricos. El número de juntas en tales sistemas se tiene que mantener al mínimo.

Parte 15, Capítulo 3, Sección 3 Almacenamiento de combustible

3.1 Punto de inflamación

3.1.1. El punto de inflamación (ensayo de prueba cerrada) del combustible para su utilización en embarcaciones clasificadas para el servicio no restringido en general no tiene que ser inferior a 60°C. Para los motores del generador de emergencia, un punto de inflamación no inferior a 43°C es aceptable.

3.1.2. El combustible con un punto de inflamación inferior a 60°C puede ser utilizado en las embarcaciones destinadas al servicio limitado cuando se pueda demostrar que la temperatura de los espacios de máquinas siempre estará 10°C por debajo del punto de inflamación del combustible.

3.2 Disposiciones de almacenamiento de combustible

3.2.1. Los tanques que contengan combustible tienen que estar separados de los compartimentos de los pasajeros, tripulación y equipajes por recintos o cofferdams a prueba de vapor que estén debidamente ventilados y drenados.

3.2.2. Los tanques de combustible no tienen que estar localizados dentro o adyacentes a las zonas de mayor riesgo de incendio.

3.2.3. El combustible no tiene que trasladarse por los espacios públicos o de alojamiento de la tripulación.

3.2.4. Ningún tanque de combustible tiene que situarse en donde sus fugas o derrames puedan constituir un peligro al caer sobre superficies calientes.



3.2.5. *Se tienen que proporcionar unos medios seguros y eficaces para conocer la cantidad de combustible contenida en cualquier tanque de combustible, véase además, los puntos 11.9 a 11.2, Sección 11, Capítulo 2, 15 de las Reglas.*

3.2.6. *Los tanques de combustible deben estar provistos de válvulas o llaves de cierre automático para el drenaje del agua desde el fondo de los tanques.*

3.2.7. *En la medida de lo posible, todas las partes del sistema de combustible que contengan aceite caliente a una presión superior a 2 bar no deben colocarse en una posición oculta de tal forma que los defectos y las fugas no puedan ser fácilmente observadas. Los espacios de máquinas en la zona forma de tales partes del sistema de combustible deberán estar adecuadamente iluminadas.*

3.2.8. *Los tanques de combustible tienen que ir provistos con bandejas de goteo de suficiente capacidad que tengan unos dispositivos de drenaje adecuados.*

3.2.9. *En general los tanques de combustible no deben ser utilizados para el transporte de agua de lastre. En caso de que esto sea inevitable el sistema de traslado de combustible tiene que estar aislado del sistema de lastre, o bien, se tiene que instalar un equipo de separación de las aguas oleosas, o se tienen que proporcionar instalaciones de descarga a tierra, de conformidad con los requisitos de la Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación de los Buques.*

3.3 *Dispositivos de almacenamiento de combustible para yates y embarcaciones de servicio de 24 m o más de eslora, que no requieran cumplir con el Código HSC*

3.3.1. *Los tanques de combustible normalmente tienen que situarse fuera de los espacios de máquinas y otras zonas de gran riesgo de incendio.*

3.3.2. *Cuando los tanques estructurales estén colocados adyacentes a los espacios de máquinas tienen que disponerse de tal forma que el área del tanque común con el espacio de máquinas se mantenga al mínimo. En las embarcaciones construidas de aluminio o de otro tipo de material sensible al calor los tanques tienen que estar adecuadamente protegidos contra el efecto de fuego en el espacio de máquinas.*



3.3.3. Cuando los tanques independientes estén instalados en los espacios de máquinas estos tendrán que ser de acero o material equivalente y posicionarse en una bandeja de goteo de combustible de gran tamaño que tenga unos dispositivos de drenaje adecuados a un tanque de derrame de combustible.

3.3.4. Cuando a las embarcaciones se les tiene que asignar la notación Yate (P), los tanques independientes de combustible no deben colocarse en los espacios de máquinas, véase el punto 3.17.3, Sección 3, Capítulo 3, Parte 17 de las Reglas.

3.3.5. Los requisitos de los puntos 3.2.4 a 3.2.8, Sección 3, Capítulo 3, Parte 15 de las Reglas, se han de cumplir. Cuando los tanques independientes están instalados tienen que cumplir con los requisitos de los puntos 10.3.1, 10.3.2 y 10.3.3, Sección 10, Capítulo 3, Parte 15 de las Reglas.

[Parte 10, Capítulo 1, Sección 9 Control y seguimiento](#)

9.1 General

9.1.1. Los sistemas de control y supervisión tienen que cumplir con los requisitos de la Parte 16 de las Reglas.

9.1.2. Si bien se recomienda que se instalen controles de niebla de aceite o monitores de temperatura del cojinete del motor para la protección del cárter, tienen que estar instalados, en cualquier caso:

(a). Cuando los dispositivos estén instalados para controlar la parada automática por reducción excesiva de la presión de suministro de aceite lubricante.

b). Para los motores de 2.250 kW o más, o con cilindros de más de 300 mm de diámetro.

NOTA:

Para los motores de velocidad media y alta la parada automática del motor se tiene que proporcionar, véase también [9.7.2](#).

9.1.3. Todos los motores principales y auxiliares destinados a los servicios esenciales deben ir provistos con medios de indicación de la presión de aceite



lubricante suministrada a ellos. Cuando tales motores son de más de 220 kW, unas alarmas sonoras y visuales tienen que colocarse para dar aviso de una reducción apreciable en la presión del suministro de aceite lubricante. Además, estas alarmas tienen que ser accionadas desde el costado exterior de cualquier reducción, tal como filtros, refrigeradores, etc.

9.2 Gobernadores del motor principal

9.2.1. Un gobernador eficiente tiene que instalarse a cada motor principal de tal forma ajustado para que la velocidad no exceda la velocidad para la cual el motor está clasificado en más de un 15 por ciento.

9.3 Gobernadores de los motores auxiliares

9.3.1. Los motores auxiliares destinados a conducir los generadores eléctricos tienen que estar instalados con gobernadores que, con un ajuste fijo, tienen que controlar la velocidad dentro de un 10 por ciento de variación momentánea y 5 por ciento de variación permanente bajo las siguientes condiciones:

(a). Se quita súbitamente la plena carga.

(b). La plena carga es de repente aplicada tras un mínimo de 15 minutos sin carga. Si el BMEP es superior a 8 bares la carga puede aplicarse de la siguiente manera: $\frac{800}{BEMEP} \%$ (pero no inferior a la plena carga) y, a continuación, la plena carga que se está consiguiendo en no más de dos tramos iguales con la mayor rapidez posible.

9.3.2. Los motores de emergencia tienen que cumplir con [9.5.1](#), salvo que la carga inicial exigida por [9.5.1](#) no tiene que ser inferior a la carga legal de emergencia conectada total.

9.3.3. Para instalaciones de corriente alterna, la variación permanente de velocidad de las maquinas destinadas a la operación paralela tienen que ser iguales dentro de una tolerancia de $\pm 0,5$ por ciento. Las variaciones momentáneas de velocidad con cambios de carga de conformidad con [9.5.1](#) tienen que regresar y permanecer dentro del uno por ciento de la velocidad final del estado de equilibrio en no más de ocho segundos.



9.4 Dispositivos de protección de sobre velocidad

9.4.1. Cada uno de los motores principales que desarrollan 220 kW o más, que pueden ser desembragados o que accionan una hélice de paso controlable (reversible), también cada motor auxiliar que desarrolle 220 kW y más para accionar el generador eléctrico, tiene que estar provisto con un dispositivo de protección de sobre velocidad homologado.

9.4.2. El dispositivo protector de una velocidad excesiva, incluyendo su mecanismo de conducción, tiene que ser independiente del gobernador requerido por 9.4 o 9.5 y tiene que ser ajustado de forma que la velocidad no supere la velocidad para la cual el motor y su maquinaria de conducción está clasificada en no más del 20 por ciento para los motores principales y 15 por ciento para los motores auxiliares.

9.5 Parada del motor

9.5.1. Al menos dos medios independientes de parada de los motores rápidamente desde la estación de control bajo cualquier condición tienen que estar disponibles.

9.6 Maquinaria no atendida

9.6.1. En caso de que la maquinaria, esté equipada con controles automáticos o remotos de forma que bajo condiciones de funcionamiento normal no requiera cualquier intervención manual por parte de los operadores, tiene que ir provista con las alarmas y dispositivos de seguridad requeridos por los puntos 9.1 a 9.8, Sección 9, Capítulo 1, Parte 10 de las Reglas, según el caso. Las disposiciones alternativas que proporcionan protecciones equivalentes serán consideradas.

9.6.2. Cuando una alarma de primera etapa junto con una alarma de segunda etapa y apagado automático de la maquinaria se requieren por los [Cuadros 1.9.1](#) y [1.9.2](#), estos sensores y circuitos utilizados para la alarma de segunda etapa y apagada automática tienen que ser independientes de esos requeridos para la alarma de primera etapa.



9.6.3. Tienen que proporcionarse medios para evitar fugas desde las tuberías de inyección de combustible a alta presión para los motores principales y auxiliares salpicando o rociando sobre superficies calientes o dentro de las entradas de aire de la maquinaria. Tal fuga tiene que ser recolectada y, cuando sea posible, llevada a un tanque colector instalado en una posición segura. Una alarma tiene que colocarse para indicar que la fuga está teniendo lugar. Estos requisitos también serán aplicables a tuberías hidráulicas de aceite de alta presión dependiendo de la ubicación.

9.6.4. Cuando la maquinaria especificada en esta Sección es requerida para ser proporcionada con una bomba de reserva, la bomba de reserva tiene que arrancarse automáticamente si la presión de descarga de las bombas en funcionamiento cae por debajo de un valor predeterminado.

9.7 Motores Diesel para fines de propulsión

9.7.1. Las alarmas y protecciones se indican en 9.7.2 a 9.7.7 y Cuadro 1.9.1, véase también [9.1.2](#) y [9.6.3](#).

Cuadro 1.9.1 Alarmas y protecciones del motor principal

Elemento	Alarma	Nota
Nivel del colector de aceite lubricante	Baja	Motores (y engranajes si están colocados)
Presión de entrada del aceite lubricante ^{***}	{ Primera etapa baja ⁺⁺ Segunda etapa baja	Motores (y engranajes si están colocados) Motores de parada automática (y engranajes si están instalados) ver 9.6.2
Temperatura de entrada del aceite lubricante*	Alta	Motores (y engranajes si están colocados)
Diferencial de presión de los filtro de aceite lubricante	Alta	-
Flujo lubricante del cilindro	Unidad baja	Un sensor por lubricante
Presión de entrada del refrigerante del pistón	Baja	Si es un sistema separado
Temperatura* de salida del refrigerante del pistón	Alta	Por cilindro (si es un sistema separado)
Flujo* de salida del refrigerante del pistón	Baja	Por cilindro (si es un sistema separado)



Presión o flujo ⁺⁺⁺ de entrada del refrigerante del cilindro	Baja	-
Temperatura ⁺⁺⁺ de salida del refrigerante del cilindro	{ Primera etapa alta ⁺⁺ Segunda etapa alta	Por cilindro (si es un sistema separado) o colector ⁺⁺ Motores de media y alta velocidad de parada automática, ver 9.6.2
Presión del agua de mar de enfriamiento	Baja	-
Temperatura* del cojinete de empuje	Alta	-
Presión de refrigeración de la válvula de combustible	Baja	Si es un sistema separado
Temperatura de refrigeración de la válvula de combustible	Alta	Si es un sistema separado
Presión de combustible de la bomba impulsora	Baja	-
Temperatura o viscosidad* del combustible	Alta y baja	Solo aceite pesado
Temperatura de salida de la carga de aire de refrigeración	Alta y baja	Motores de alta y media velocidad de 4 carreras
Temperatura del aire de barrido	Alta	Por cilindro, (detección de incendio, motores de 2 carreras)
Temperatura* del gas de escape	Alta	Por cilindro (o desvío de la temperatura media)
Temperatura* de salida del gas de escape del turbocompresor	Alta	-
Presión de entrada del aceite lubricante del turbocompresor	Baja	Si el sistema no es integral con turbocompresor
Temperatura de entrada del aceite lubricante del turbocompresor	Alta	Si el sistema no es integral con turbocompresor
Presión* del aire de arranque	Baja	Válvula de manipulación antes del motor
Sobre velocidad*	Alta	Ver 9.4
Arranque automático del motor	Fallo	Ver 9.7.7
Nivel de carga de la batería de arranque eléctrico	Baja	-

NOTAS

1. Cuando "por cilindro" aparece en este Cuadro, unas alarmas adecuadas deben situarse en las salidas del colector para motores de alta y media velocidad.
2. Para motores y engranajes de 1500 kW o menos solo los elementos marcados* se requieren.
3. Para embarcaciones de servicio de 500 kW o menos solo los elementos marcados⁺⁺ se requieren.

Cuadro 1.9.2 Alarmas y protecciones de motores auxiliares

Elemento	Alarma	Nota
----------	--------	------



<i>Temperatura de entrada de aceite lubricante</i>	<i>Alta</i>	-
<i>Presión de entrada de aceite lubricante</i>	{ <i>Primera etapa baja</i> <i>Segunda etapa* baja</i>	- <i>Parada automática del motor*, ver 9.6.2</i>
<i>Temperatura de salida del refrigerante</i>	{ <i>Primera etapa alta</i> <i>Segunda etapa alta</i>	<i>Para motores de más de 220 kW</i> <i>Para motores de más de 220 kW parada automática del motor*, ver 9.6.2</i>
<i>Flujo o presión del refrigerante</i>	<i>Baja</i>	-
<i>Sobre velocidad</i>	<i>Alta</i>	Ver 9.4
<i>Presión del aire de arranque</i>	<i>Baja</i>	-
<i>Nivel de carga de la batería de arranque eléctrico</i>	<i>Baja</i>	-
<i>Temperatura o viscosidad de la entrada de combustible</i>	<i>Alta y baja</i>	<i>Solo aceite pesado</i>

NOTAS

1. *No hay requisitos de clasificación para los elementos marcados* en el caso de los motores que son utilizados como fuente de emergencia de potencia eléctrica requeridos por SOLAS.*
2. *Las disposiciones tienen que cumplir con los requisitos de la Autoridad Nacional responsable.*

9.7.2. Las alarmas tienen que funcionar, y la indicación debe darse a las estaciones relevantes de control para que la velocidad o potencia de los motores de propulsión principal tenga que reducirse para las siguientes condiciones de fallo:

- (a). Niebla de aceite en el cárter o alta temperatura del cojinete (si la detección está instalada, véase [9.1.2](#)).*
- (b). Baja presión o flujo de refrigerante del pistón.*
- (c). Alta temperatura de salida del refrigerante del pistón.*
- (d). Baja presión o flujo del refrigerante del cilindro.*
- (e). Alta temperatura del refrigerante del cilindro.*
- (f). Alta temperatura del gas de escape por cilindro o desviación de la temperatura media (alta).*
- (g). Alta temperatura de los cojinetes de empuje.*



(h). Bajo flujo del lubricante del cilindro.

NOTAS:

1. Para motores de alta y media velocidad la parada automática se requiere para los elementos (d), (e), (f) y (h). Sin embargo, una parada automática se requiere para (a).

2. Los sensores comunes son aceptables para las alarmas y funciones de desaceleración.

9.7.3. La reducción de la velocidad o de potencia puede efectuarse por medios manuales o de control automático.

9.7.4. Los siguientes servicios del motor tienen que estar equipados con controles automáticos de temperatura a fin de mantener las condiciones del estado de equilibrio a través de condiciones normales de funcionamiento en toda la gama de motores de propulsión:

(a). Suministro de aceite lubricante.

(b). Suministro de líquido de refrigeración del pistón, en su caso.

(c). Suministro de líquido de refrigeración del cilindro, en su caso.

(d). La válvula de suministro de líquido de refrigeración del combustible, en su caso.

9.7.5. Una indicación de la presión del aire de arranque tiene que proporcionarse en cada estación de control a partir de la cual es posible iniciar el motor de propulsión principal.

9.7.6. El número de intentos automáticos consecutivos que no producen un arranque tiene que limitarse a tres intentos. Para motores reversibles que se arrancan y paran para fines de maniobras, los medios tienen que proporcionarse para mantener un aire de arranque suficiente en los receptores de aire. Para arranque eléctrico, véase el punto 7.5, Sección 7, Capítulo 1, Parte 10 de las Reglas.



9.7.7. *El funcionamiento prolongado en una gama restringida de velocidad se tiene que evitar automáticamente o, en su caso, una indicación de rangos de velocidades restringidas tiene que proporcionarse en cada estación de control.*

9.8 Motores auxiliares y otros motores

9.8.1. *Unas alarmas y protecciones se indican en el [Cuadro 1.9.2](#), véase también [9.1.2](#) y [9.6.3](#).*

9.8.2. *Para los motores que funcionan con aceite pesado, unos controles automáticos de temperatura o viscosidad se tienen que proporcionar.*

10.2.3 Sistemas de transmisión:

[Parte 11, Capítulo 1, Sección 3 Materiales](#)

3.1 Requisitos y especificaciones

3.1.3. *En la selección de los materiales para piñones y ruedas, se tendrá en cuenta su compatibilidad en el funcionamiento. Salvo en el caso de los coeficientes de reducción bajos, para engranajes de acero endurecido, se tiene que hacer provisión para la dureza diferencial entre los dientes del piñón y los de la rueda dentada. Para ello, la resistencia a la tracción mínima específica del material de la llanta de la rueda no tiene que ser mayor que el 85 por ciento de la del piñón.*

3.1.4. *Las ruedas dentadas y llantas forjadas con una resistencia específica mínima a la tracción no superior a 760 N/mm^2 deben hacerse de acero al carbono-manganeso. Las ruedas dentadas o llantas forjadas donde la resistencia específica mínima a la tracción sea superior a 760 N/mm^2 , y todos los piñones o ruedas dentadas tienen que hacerse de una aleación de acero adecuada.*

[Parte 11, Capítulo 1, Sección 4 Diseño del engranaje](#)

4.1 Símbolos:

Nota: a menos que se especifique lo contrario, b tiene que tomarse como el menor valor de b_1 o b_2 .



En el caso de ruedas dentadas helicoidales dobles $b = 2b_B$ donde b_B es la anchura de una espiral.

Subíndice:

1 = piñón

2 = rueda

0 = herramienta

NOTA:

a y z se consideran positivas para engranajes tanto externos como internos a los efectos de estos cálculos.

4.2 Forma del diente

4.2.1. El perfil del diente en la sección transversal tiene que ser de una forma de envolvente, y las raíces de los dientes tienen que estar formadas con perfiles suaves de radio no menor de $0,25 m_n$.

4.2.2. Todos los bordes afilados dejados en las puntas y extremos de los dientes del piñón y rueda después del fresado y del acabado tienen que ser eliminados.

4.3 Factores de carga de los dientes

4.3.1. Para los valores de factor de aplicación, K_A véase el Cuadro 1.4.1.

Cuadro 1.4.1 Valores de K_A

Engranajes principales y auxiliares	K_A
Propulsión principal – motor eléctrico o turbina de gas, engranajes de reducción	1,15
Propulsión principal – engranajes de reducción de motores diesel:	1,10
Acoplamiento hidráulico o equivalente en la entrada	1,30
Acoplamiento altamente elástico en la entrada	1,50
Otro acoplamiento	1,00
Engranajes auxiliares:	
Operación eléctrica, turbina de gas y motor diesel con acoplamiento hidráulico o equivalente en la entrada	1,20
Operaciones de motores diesel con acoplamiento altamente elástico en la entrada	1,40
Operaciones de motores diesel con otros acoplamientos	



4.3.2. Factor de reparto de carga, K_V . Cuando un engranaje conduce dos o más engranajes acoplados en donde la carga total transmitida no está distribuida uniformemente entre las distintas mallas K_V tiene que tomarse como 1,15, sino K_{Vg} tiene que tomarse como 1,0. Alternativamente, donde existan datos medidos, el valor obtenido será considerado.

4.3.3. Factor dinámico, K_V :

Para engranajes helicoidales con $\varepsilon_\beta \geq 1$:

$$K_V = 1 + Q^2 v z_1 10^{-5} = K_{VB}$$

Para engranajes helicoidales con $\varepsilon_\beta \leq 1$:

$$K_V = K_{Va} - \varepsilon_\beta (K_{Va} - K_{V\beta})$$

Para engranajes rectos:

$$K_V = 1 + 1,8Q^2 v z_1 10^{-5} = K_{Va}$$

dónde

$$\frac{v z_1}{1000} > 14 \text{ para engranajes helicoidales, y}$$

dónde

$$\frac{v z_1}{1000} > 10 \text{ para engranajes spur el valor de } k_V \text{ será especialmente considerado.}$$

Nota:

Q tiene que tomarse como el mayor valor de Q_1 o Q_2 .

4.3.4. Factores de distribución de la carga longitudinal, $K_{H\beta}$ y $K_{F\beta}$:

$$K_{H\beta} = 1 + \frac{b F_{\beta y} C_T}{2 F_t K_A K_T K_V}$$

Los valores calculados de $K_{H\beta} > 2$ tienen que reducirse por la exactitud mejorada y corrección de la hélice según el caso:

dónde

$$F_{\beta y} = F_{\beta x} - y_\beta \text{ y}$$

$$F_{\beta x} = 1,33 f_{Sh} + f_{ma}$$



$f_{ma} = 2/3 F_{\beta}$ en la fase de diseño, o

$f_{ma} = 1/3 F_{\beta}$ donde se ha aplicado la corrección de la hélice

$$f_{Sh} = F_{Sho} \frac{F_t K_a K_v K_v}{b}$$

donde

$F_{Sho} = 23\gamma 10^{-3} \mu\text{m mm} / N$ para engranajes sin corrección de la espiral o coronación y sin relieve del extremo, o

$= 12\gamma 10^{-3} \mu\text{m mm} / N$ para engranajes sin corrección de la hélice pero con coronamiento $16\gamma 10^{-3} \mu\text{m mm} / N$ para engranajes sin corrección de la hélice pero con relieve del extremo, donde

$$\gamma = \left(\frac{b}{d_1}\right)^2 \text{ solo para engranajes helicoidales y rectos}$$

$$= 3\left(\frac{b}{d_1}\right)^2 \text{ para engranajes helicoidales dobles}$$

Los siguientes valores mínimos son aplicables, estos también son los valores donde la corrección de la hélice se ha aplicado:

$f_{Sho} = 10 \times 10^{-3} \mu\text{m mm} / N$ para engranajes helicoidales, o

$= 5 \times 10^{-3} \mu\text{m mm} / N$ para engranajes rectos

Para aceros endurecidos y aceros de superficie endurecida:

$$y_{\beta} = \frac{320}{\sigma_{H \text{ lim}}} F_{\beta x} \text{ hasta un valor límite máximo de}$$

$$y_{\beta} = \frac{12800}{\sigma_{H \text{ lim}}} m, y$$

Para aceros de superficie endurecida, cuando

$y_{\beta} = 0,15 F_{\beta x}$ hasta un valor límite máximo de

$$y_{\beta} = 6 m$$

$$F_{F\beta} = K_{H\beta n}$$

donde



$$n = \frac{\frac{b^2}{h}}{1 + \frac{b}{h} + \left(\frac{b}{h}\right)^2}$$

NOTAS

1. b/h tiene que tomarse como lo menor de b_1/h_1 o b_2/h_2

2. Para engranajes helicoidales dobles $b/2$ tiene que ser sustituido por b en la ecuación para n .

4.3.5. Factores de distribución de la carga transversal, $K_{H\alpha}$ y $K_{F\alpha}$

$$K_{H\alpha} = K_{F\alpha} \geq 1.000$$

donde

$$\epsilon_\gamma \leq 2$$

$$K_{H\alpha} = \frac{\epsilon_\gamma}{2} \left(0,9 + \frac{0,4C_\gamma (f_{pb} - y_\alpha)b}{F_t K_A K_\gamma K_v K_{H\beta}} \right)$$

Donde $\epsilon_\gamma \leq 2$

$$K_{H\alpha} = 0,9 + 0,4 \sqrt{\frac{2(\epsilon_\gamma - 1)}{\epsilon_\gamma}} \left(\frac{C_\gamma (f_{pb} - y_\alpha)b}{F_t K_A K_\gamma K_v K_{H\beta}} \right)$$

$$K_{H\alpha} \leq \frac{\epsilon_\gamma}{\epsilon_a Z_t^2} Y$$

$$K_{F\alpha} \leq \frac{\epsilon_\gamma}{0,25\epsilon_\gamma + 0,75}$$

Cuando el relieve de la punta se aplica f_{pb} tiene que ser la mitad del valor máximo específico:

$$y_\alpha = \frac{160}{\sigma_{H \text{ lim}}} f_{pb} \text{ para aceros de superficie endurecida, cuando}$$

$$y_\alpha \leq \frac{6400}{\sigma_{H \text{ lim}}} \mu\text{m y}$$

$$y_\alpha = 0,075 \text{ para aceros de superficie endurecida, cuando}$$

$$y_\alpha \leq 3 \mu\text{m}$$



Cuando el piñón y la rueda son fabricados a partir de materiales distintos:

$$y_{\alpha} = \frac{y_{\alpha 1} + y_{\alpha 2}}{2}$$

Nota: el relieve de la punta tiene que tomar la forma de, ya sea relieve de la punta y raíz en el piñón, o relieve de la punta en el piñón y la rueda.

4.3.6. Refuerzo de la red de la rueda, C_y

$$C_y = \frac{0,8}{q^1} \cos\beta(0,75\epsilon_{\alpha} + 0,25)N/mm\mu m$$

Donde

$$q^1 = 0,04723 + \frac{0,1551}{Z_{n1}} + \frac{0,25791}{Z_{n2}} - 0,00635x_1 - \frac{0,11654x_1}{Z_{n1}} - 0,00193x_2 - \frac{0,24188x_2}{Z_{n2}} + 0,00529x_1^2 + 0,00182x_2^2$$

Para engranajes internos $Z_{n2} = \infty$

Otros métodos de cálculo para C_y serán especialmente considerados.

4.4 Carga del diente para tensiones de superficie

4.4.1. Las tensiones de contacto hertzianas, σ_H , en el círculo de lanzamiento no tiene que exceder de la tensión de contacto hertziana admisible, σ_{HP} .

$$\sigma = Z_H Z_E Z_t Z_{\beta} \sqrt{\frac{F_t(u+1)}{d_1 b_u} K_A K_{\gamma} K_v K_{H\beta} K_{H\alpha}}$$

Y

$$\sigma_{HP} = \frac{\sigma_{H \lim} Z_R Z_V Z_X}{S_{H \min}} \text{ para la combinación del piñón/rueda}$$

Donde

$$Z_H = \sqrt{\frac{2 \cos\beta_b \cos\alpha_{tw}}{\cos^2\alpha_t \sin\alpha_{tw}}}$$



$$Z_E = 189,8 \text{ para el acero}$$

$$Z_t = \sqrt{\frac{4 - \epsilon_\alpha}{3} (1 - \epsilon_\beta) + \frac{\epsilon_\beta}{\epsilon_\alpha}} \text{ para } \epsilon_\beta < 1$$

$$Z_t = \sqrt{\frac{1}{\epsilon_\alpha}} \text{ para } \epsilon_\beta \geq 1$$

$$Z_\beta = \sqrt{\cos \beta}$$

$$Z_R = \left(\frac{1}{R_\alpha}\right)^{0,11} \text{ pero } Z_R \leq 1,14$$

Donde R_a es el valor de la rugosidad superficial de los costados de los dientes. Cuando los costados de los dientes del piñón y ruedas difieren entonces tiene que tomarse el mayor valor de R_a .

$$Z_v = 0,88 + 0,23\left(0,8 + \frac{32}{v}\right)^{-0,52}$$

Para los valores de Z_x , véase el Cuadro 1.4.2

$\sigma_{H \text{ lim}}$, véase el Cuadro 1.4.3

$S_{h \text{ min}}$, véase el Cuadro 1.4.4

Cuadro 1.4.2 Valores de Z_x

Tratamiento de calor del piñón		Z_x
Carbonizado y endurecido por inducción	$m_n \leq 10$	1,00
	$10 < m_n < 30$	$1,05 - 0,005m_n$
	$30 \leq m_n$	0,9
Nitrurado	$m_n < 7,5$	1,00
	$7,5 < m_n < 30$	$1,08 - 0,005m_n$
	$30 \leq m_n$	0,75
Endurecido	Todos los módulos	1,00

Cuadro 1.4.3 Valores del límite de endurecimiento para tensiones de contacto hercianas, $\sigma_{H \text{ lim}}$

Tratamiento térmico		
Piñón	Rueda	$0,46\sigma_{B_2} + 255$
Templado	Templado	



Superficie endurecida	Templado	1,42 σ_{B_2} + 415
Carbonizado, nitrurado o endurecido por inducción	Baño suave de nitrurado	1000
Carbonizado, nitrurado o endurecido por inducción	Endurecida por inducción	0,88HV ₂ + 675
Carbonizado o nitrurado	Nitrurada	1300
Carbonizado	Carbonizada	1500

Cuadro 1.4.4 Factores de seguridad

	$S_{H\ min}$	$S_{F\ min}$
Engranajes de propulsión principal	1,40	1,80
Engranajes auxiliares	1,15	1,40

4.5 Carga del diente para la tensión de flexión

4.5.1. La tensión de flexión en la raíz del diente, σ_F no tiene que exceder de la tensión de flexión admisible de la raíz del diente σ_{FP} :

NOTA

Si b_1 y b_2 no son iguales a la carga del cojinete la anchura de la cara más ancha tomada no tiene que ser superior a la más pequeña más $2m_n$.

Para los valores de $S_{F\ min}$, véase el Cuadro 1.4.4

$\sigma_{F\ lim}$, véase el Cuadro 1.4.5

4.5.2. Factor de forma del diente, Y_F :

$$Y_F = \frac{6 \frac{h_F}{m_n} \cos \alpha_{Fen}}{\left(\frac{S_{Fn}}{m_n}\right)^2 \cos \alpha_n}$$

Donde h_F , σ_{Fen} y S_{Fn} se muestran en la Fig, 1.4.1.

$$\frac{S_{Fn}}{m_n} = \frac{S_{Fn}}{m_n} = z_n \sin\left(\frac{\pi}{3} - v\right) + \sqrt{3}\left(\frac{G}{\cos v} - \frac{\rho_{ao}}{m_n}\right)$$

Dónde

$$v = \frac{2G}{z_n} \tan v - H$$

$$G = \frac{\rho_{ao}}{m_n} - \frac{h_{ao}}{m_n} + x$$



$$H = \frac{2}{z_n} \left(\frac{\pi}{2} - \frac{E}{m_n} \right) - \frac{\pi}{3}$$

$$E = \frac{\pi}{4} m_n - h_{ao} \tan \alpha_n + \frac{S_{pr}}{\cos \alpha_n} - (1 - \sin \alpha_n) \frac{\rho_{ao}}{\cos \alpha_n}$$

E , h_{ao} , α_n , S_{pr} y ρ_{ao} se muestran en la [Fig. 1.4.2](#).

$$d_{en} = \frac{2z}{|z|} \left\{ \left[\sqrt{\left(\frac{d_n}{2} \right)^2 - \left(\frac{d_{bn}}{2} \right)^2} - \frac{\pi \cdot d \cdot \cos \beta \cdot \cos \alpha_n}{|z|} (\varepsilon_{an} - 1) \right]^2 + \left(\frac{d_{bn}}{2} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

Donde

$$d_{an} = d_n + d_a - d$$

$$d_n = \frac{d}{\cos^2 \beta_b}$$

$$d_{bn} = d_n \cos \alpha_n$$

$$\varepsilon_{an} = \frac{\varepsilon_\alpha}{\cos^2 \beta_b}$$

$$\gamma_e = \frac{\frac{\zeta \pi}{2} + 2 \cdot x \cdot \tan \alpha_n}{z_n} + \text{inv. } \alpha_n - \text{inv. } \alpha_{en}$$

Donde

$$\alpha_{en} = \cos^{-1} \frac{d_{an}}{d_{en}}$$

$$\frac{\lambda_F}{m_h} = \frac{1}{2} \left[(\cos \gamma_e - \sin \gamma_e \tan \alpha_{Fen}) \frac{d_{en}}{m_h} - z_n \cos v + \left(\frac{\pi}{3} \right) \frac{G}{\cos v} \frac{\rho_{ao}}{m_h} \right]$$

Donde

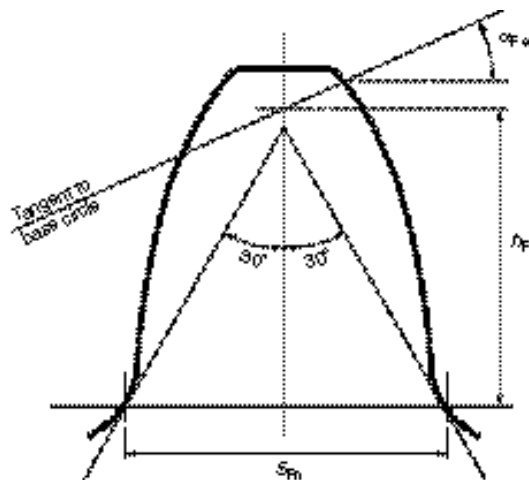
$$\alpha_{Fen} = \alpha_{en} - \gamma_e$$

Cuadro 1.4.5 Valores del límite de endurecimiento para la tensión de flexión, $\sigma_{F \text{ lim}}$

Tratamiento térmico	$\sigma_{F \text{ lim}} \text{ N/mm}^2$
Acero endurecido al carbono	$0,09\sigma_B + 150$



Aleación de acero endurecido	$0,1 \sigma_B + 185$
Baño suave de nitrurado	330
Endurecido por inducción	$0,35HV + 125$
Nitrurado con gas	390
Carbonizado A	450
Carbonizado B	410
NOTAS	
1. A es aplicable para aceros carbonizados Cr Ni Mo.	
2. B es aplicable para otros aceros carbonizados.	



NOTE
For helical gears the normal section is taken with the virtual number of teeth

Figura 1.4.1 Sección normal del diente

4.5.3. Para formas internas del diente el factor de forma es calculado, como una aproximación, para una cremallera sustituta con la forma del bastidor básico en la sección normal, pero teniendo la misma profundidad de diente que el engranaje interno:

$$\frac{S_{Fn2}}{m_n} = 2 \left[\frac{\pi}{4} + \tan \alpha \left(\frac{h_{ao2} - \rho_{ao2}}{m_n} \right) + \left(\frac{\rho_{ao2} - S_{pr}}{m_n} \right) - \frac{\rho_{ao2}}{m_n} \cos \frac{\pi}{6} \right], y$$

$$\frac{h_{F2}}{m_n} = \frac{d_{en2} - d_{fn2}}{2m_n} - \left[\frac{\pi}{4} + \tan \alpha \left(\frac{h_{ao2}}{m_n} - \frac{d_{en2} - d_{fn2}}{2m_2} \right) \tan \alpha_n \right] \tan \alpha_n - \frac{\rho_{ao2}}{m_n} \left(1 - \sin \frac{\pi}{6} \right)$$

Donde α_{Fn} se toma como igual a α_n

$$\rho_{F2} = \frac{\rho_{ao2}}{2}$$



d_{en2} se calcula como d_{en} para engranajes externos, y

$$d_{fn} = d - d_f - d_n$$

4.5.4. Factor de concentración de tensión, γ_s

$$Y_s = (1,2 + 0,13L)q_s^{\left(\frac{1}{1,21 + \frac{2,3}{L}}\right)}$$

Donde

$$L = \frac{S_{Fn}}{h_F}$$

$$q_s = \frac{S_{Fn}}{\rho_{Fn}}$$

Cuando $q_s < 1$ el valor de Y_s tiene que considerarse especialmente.

La fórmula para γ_s es aplicable a engranajes externos con $\alpha_n = 20^\circ$ pero debe utilizarse como una aproximación para otros ángulos de presión y engranajes internos.

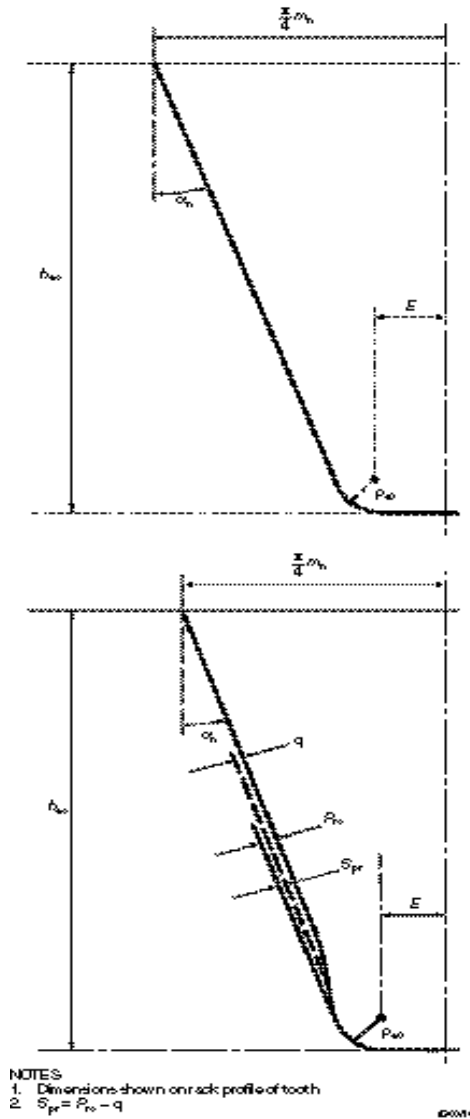


Figura 1.4.2 Formas externas del diente

4.5.5. Factor de la hélice del ángulo Y_β

$$Y_\beta = 1 - \left(\epsilon_\beta \frac{\beta}{120} \right), \text{ si } \epsilon_\beta > 1, \text{ entonces } \epsilon_\beta = 1$$

Pero

$$Y_\beta \geq 1 - 0,25\epsilon_\beta \geq 0,75$$

4.5.6. Factor de sensibilidad de corte relativo, $Y_{\delta \text{ rel } T}$

$$Y_{\delta \text{ rel } T} = 1 + 0,008(q_s - 2,5) \text{ para aceros endurecidos y carbonizados, y}$$

$$Y_{\delta \text{ rel } T} = 1 + 0,004(q_s - 2,5) \text{ para aceros nitrurados}$$



4.5.7. Factor relativo de acabado superficial, $Y_{\delta \text{ rel } T}$

$Y_{R \text{ rel } T} = 1,674 - 0,529(6R_a + 1)0,1$ para aceros endurecidos, carbonizados y endurecidos por inducción,

$Y_{\delta \text{ rel } T} = 4,299 - 3,259(6R_a + 1)0,005$ para aceros nitrurados

4.5.8. Factor de tamaño, Y_x

$Y_x = 1,00$, cuando $m_n \leq 5$

$Y_x = 1,03 - 0,006m_n$ para aceros endurecidos

$Y_x = 0,85$, cuando $m_n \geq 30$

$Y_x = 1,05 - 0,01m_n$ para aceros endurecidos

$Y_x = 0,80$, cuando $m_n \geq 25$

4.5.9. Factor de diseño, Y_D

$Y_D = 0,83$ para engranajes tratados con un proceso controlado de granallado

$Y_D = 1,5$ para engranajes "idler"

$Y_D = 1,25$ para la contracción en los engranajes, o

$Y_D = 1,00$ o cualquier combinación de lo de arriba – por ejemplo. $Y_D = (0,83 \times 1,5)$ para un engranaje "idler" tratado con un proceso controlado de granallado.

4.6 Factores de seguridad

4.6.1. Los factores de seguridad se muestran en el [Cuadro 1.4.4.](#)

4.7 Diseño de ejes de engranajes encerrados

NOTA

El valor numérico utilizado para σ_u no tiene que exceder de 800 N/mm^2 para engranajes y ejes de empuje y 1100 N/mm^2 para ejes huecos.

4.7.2. Esta Sub-Sección es aplicable a los ejes principales y auxiliares de transmisión, encerrados dentro de la caja de cambios.



4.7.3. El diámetro del eje del engranaje encerrado en el piñón o rueda no tiene que ser inferior a lo mayor de b_d o d_t , donde:

$$d_b = 365 \left(\frac{PL}{Rd_w S_b} \right)^{\frac{1}{3}} \left(1 + \left(\frac{\tan \alpha_n}{\cos \beta} + \frac{\tan \beta d_w}{L} \right)^2 \right)^{\frac{1}{6}}$$

$$d_t = 365 \left(\frac{P}{RS_s} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Donde

$$S_b = 45 + 0,24(\sigma_u - 400)$$

$$S_s = 42 + 0,09(\sigma_u - 400)$$

4.7.4. Para los propósitos de arriba se asume que el piñón o la rueda está montado simétricamente espaciado entre los cojinetes.

4.7.5. Fuera de una longitud igual al diámetro requerido en el piñón o rueda, el diámetro debe ser reducido, si procede, hasta el requerido por d_t .

4.7.6. Para ejes de engranajes biselados, donde el cojinete está localizado adyacente a la sección del engranaje, el diámetro del eje no tiene que ser inferior a d_t . En caso de que un cojinete no esté localizado adyacente al engranaje el diámetro del eje será especialmente considerado.

4.7.7. El diámetro del eje hueco (no limitado axialmente y sujeto solo a carga externa de torsión) no tiene que ser inferior al dado por la siguiente fórmula:

$$\text{Diámetro del eje hueco} = 101 \sqrt[3]{\frac{P400}{R\sigma_u}} \text{ mm}$$

4.7.8. En caso de que un eje, localizado dentro de la caja de cambios, esté sujeto al empuje de la propulsión principal el diámetro en los collares del eje transmitiendo la torsión, o en la zona del cojinete axial donde un cojinete con rodamientos es utilizado como cojinete de empuje, no tiene que ser menor de 1,1 d_t . Para cojinetes de empuje localizados fuera de la caja de cambios véase el Capítulo 2, Parte 11 de las Reglas.

4.8 Ruedas dentadas



4.8.1. *En general, se tienen que hacer arreglos para que la estructura interior de la rueda pueda ser examinada. Las propuestas alternativas se considerarán especialmente.*

4.10 *Accionamiento del embrague*

4.10.1. *Cuando un embrague está instalado en la transmisión, el acoplamiento normal no debe causar tensiones excesivas en la transmisión o en la máquina de operación. El accionamiento involuntario de cualquier embrague no tiene que producir altas tensiones peligrosas en la transmisión o en la maquinaria.*

4.11 *Cajas de engranajes*

4.11.1. *Las cajas de engranajes y sus soportes tienen que diseñarse suficientemente rígidos para que el desalineamiento en el engranaje debido al movimiento de las bases externas y efectos térmicos bajo todas las condiciones de servicio no perturben al contacto total del diente.*

4.11.2. *Las aberturas de inspección deben colocarse en la periferia de las cajas de cambios para permitir a los dientes de los piñones y ruedas ser rápidamente examinados. Cuando la construcción de las cajas de engranajes es de tal forma que las secciones de la estructura no pueden moverse rápidamente para fines de inspección, aberturas de acceso de un tamaño adecuado también se tienen que proporcionar en los extremos de las cajas de engranajes para permitir el examen de la estructura de las ruedas. Su fijación a los ejes tiene que ser capaz de ser examinada removiendo los topes de los cojinetes o por medios equivalentes.*

4.11.3. *Para cajas de engranajes fabricadas por soldadura de fusión el contenido de carbono de los aceros generalmente no tiene que exceder el 0,23 por ciento. Los aceros con mayor contenido de carbono pueden ser aceptados con sujeción a los resultados satisfactorios procedentes de los ensayos del procedimiento de soldadura.*

4.11.4. *Tienen que aliviarse las tensiones de las cajas de cambios tras la finalización de toda la soldadura.*



4.11.5. *Las cajas de engranajes fabricadas a partir de un material que no sea el acero serán consideradas después de la presentación de todos los detalles.*

4.12 Alineación

4.12.1. *Los engranajes de reducción con cojinetes, para efectos principales y auxiliares deben ir provistos con medios para controlar la alineación interna de los diversos elementos en las cajas de engranajes.*

4.12.2. *En el caso de engranajes de reducción montados por separado para la propulsión principal, los medios deben ser proporcionados por el fabricante del engranaje para permitir a los inspectores verificar que ninguna distorsión de la caja de engranajes ha tenido lugar, cuando se ha acuñado y fijado a su asiento a bordo de la embarcación.*

[Parte 11, Capítulo 1, Sección 5 Sistemas de tuberías para los engranajes](#)

5.1 Generalidades

5.1.3. *Las líneas de aceite lubricante tienen que ser controladas, o protegidas de otra forma, para evitar la pulverización de aceite o las fugas de aceite sobre las superficies calientes, dentro de las tomas de aire de la maquinaria o otras fuentes de encendido. El número de las uniones en tales sistemas de tuberías debe mantenerse al mínimo. Las tuberías flexibles deben ser de un tipo homologado.*

5.3 Filtros

5.3.1. *En caso de que el aceite lubricante para el engranaje de reducción se distribuya bajo presión, se tiene que hacer previsión para la eficaz filtración del aceite. Los filtros deben ser capaces de ser limpiados sin detener la marcha o la reducción del suministro de aceite filtrado al engranaje.*

[Parte 11, Capítulo 2, Sección 3 Materiales](#)

3.1 Materiales para ejes

3.1.2. *Cuando se propone utilizar las piezas forjadas de acero aleado, los datos relativos a la composición química, propiedades mecánicas y tratamiento térmico tienen que presentarse para su aprobación. Para los ejes de la propulsión*



principal, no expuestos a agua de mar, en aceros aleados, la resistencia a la tracción mínima específica no tiene que ser superior a 800 N/mm^2 y para otras piezas forjadas no tiene que superar los 1100 N/mm^2 .

3.1.4. En la selección de materiales para ejes, chavetas, tuercas de bloqueo etc., tiene que tenerse en cuenta su compatibilidad con el material propuesto para la hélice.

Parte 11, Capítulo 2, Sección 4 Diseño y construcción

4.1 Análisis de resistencia a la fatiga

4.1.1. Como alternativa a los siguientes requisitos, un análisis de resistencia a la fatiga de los componentes puede presentarse indicando un factor de seguridad de 1,5 en las cargas de diseño, sobre la base de un adecuado criterio de fallo por fatiga. Los efectos de concentraciones de tensión, propiedades de los materiales y entorno operativo tienen que tenerse en cuenta.

4.2 Ejes intermedios

4.2.1. El diámetro, d , del eje intermedio no tiene que ser inferior de:

$$d = Fk \sqrt[3]{\frac{P}{R} \left(\frac{560}{\sigma_u + 160} \right)} \text{ mm, donde}$$

$k = 1,0$ para ejes con las bridas integrales de acoplamiento que cumplan con [4.8](#) o acoplamientos ajustados por compresión

= $1,10$ para ejes con chaveteros, donde el radio del ángulo en la sección transversal del fondo del chavetero no sea inferior a $0,0125 d$

= $1,10$ para ejes con orificios transversales o radiales donde el diámetro del agujero no supere $0,3 d$

= $1,20$ para ejes con ranuras longitudinales que tengan una longitud de no más de $1,4 d$ y una anchura de no más de $0,2 d$, donde d , se determine con $k = 1,0$

$F = 95$ para las instalaciones de turbinas, instalaciones de propulsión eléctrica y instalaciones de motores diesel con acoplamientos del tipo deslizamiento

= 100 para otras instalaciones de motores diesel



P y R se definen en la Parte 9 de las Reglas.

σ_u = *resistencia a la tracción mínima específica del material del eje, en N/mm²*

4.2.2. Más allá de una longitud de 0,2d a partir del extremo de un chavetero, agujero transversal o radial y 0,3d a partir del extremo de una ranura longitudinal, el diámetro del eje debe ser reducido gradualmente hasta el determinado con $k = 1,0$.

4.2.3. Para los ejes con características de diseño que no sean las indicadas anteriormente, el valor de k será especialmente considerado.

4.2.4. El diámetro de las Reglas de un eje intermedio para motores diesel, turbinas y motores eléctricos de propulsión deben ser reducidos en un 3,5 por ciento para las embarcaciones clasificadas G1 (Grupo de Servicio 1), véase el punto 3.5, Sección 3, Capítulo 2, Parte 1 de las Reglas.

4.3 Ejes de empuje

4.3.1. El diámetro de los collares de un eje de empuje que transmiten la torsión o en la zona de cojinetes axiales donde el cojinete con rodamientos es utilizado como un cojinete de empuje, no tiene que ser inferior al requerido para el eje intermedio de conformidad con [4.2](#) con un valor k de 1,10. Más allá de una longitud igual al diámetro del eje de empuje a partir de los collares, el diámetro debe ser achaflanado hasta el requerido para el eje intermedio con un valor de k de 1,0. A los efectos de los cálculos anteriores, σ_u debe tomarse como la resistencia a la tracción mínima del material del eje de empuje, en N/mm².

4.4 Ejes de hélices y tubos de ejes

4.4.1 Los ejes de las hélices y tubos de ejes, (es decir, el eje que pasa a través de la bocina, pero no lleva la hélice), hechos de acero al carbono manganeso tienen que protegerse por un revestimiento continuo de bronce, cuando esté expuesto a agua de mar. Alternativamente, el revestimiento puede omitirse siempre que el eje esté dispuesto para rodar en un manguito lubricado por aceite con un separador de aceite sellador homologado en el extremo final. Las longitudes de los ejes entre las bocinas y los soportes, que son fácilmente visibles cuando la



embarcación se desliza, deben estar protegidos por revestimiento de un tipo aprobado.

4.4.2. Los medios para la protección de los ejes de las hélices y conductos del eje no se requieren cuando los ejes son fabricados a partir de material resistente a la corrosión.

4.4.3. El diámetro, d_p , de un eje de la hélice protegido de acero forjado inmediatamente por delante de la cara de delante del núcleo de la hélice o, en su caso, la cara de delante de la brida del eje de la hélice, no tiene que ser inferior a:

$$d_p = 100k^3 \sqrt{\frac{P}{R} \left(\frac{560}{\sigma_u + 160} \right)} \text{ mm}$$

donde

$k = 1,22$ para un eje con una hélice sin chaveta, o cuando la hélice está fijada a una brida integral, y donde el eje está colocado con un revestimiento continuo, un revestimiento de un tipo homologado, o está lubricado con aceite y cuando está equipado con un tipo homologado de separador de aceite sellador.

$= 1,26$ para un eje con una hélice con chaveta y donde el eje está equipado con un revestimiento continuo, un revestimiento de un tipo homologado, o está lubricado por aceite con un tipo homologado de separador de aceite sellador.

4.4.4. El diámetro, d_p , del eje de la hélice determinado de conformidad con 4.4.3 tiene que extenderse por una longitud no inferior a la del borde delantero del cojinete inmediatamente por delante de la hélice o el $2,5d_p$ lo que sea mayor.

4.4.5. El diámetro de la parte del eje de la hélice y tubo del eje delante de la longitud requerida por 4.4.4 hasta el extremo de proa del sellado de la bocina tiene que determinarse de conformidad con 4.4.3 a con un valor de k de 1,15. El cambio de diámetro del determinado con $k = 1,22$ o 1,26 al determinado con $k = 1,15$ debe ser gradual.

4.4.6. Los ejes de la hélice que pasan a través de bocinas y tubos de ejes deben tener el diámetro por delante del sello delantero de la bocina gradualmente



reducido hasta el diámetro del eje intermedio. Los cambios bruscos en la sección del eje en el eje de la hélice / conducto del eje hasta los acoplamientos del eje intermedio se deben evitar.

4.4.7. El diámetro de los ejes de las hélices no protegidos y conductos de los ejes de materiales que tienen propiedades como los que figuran en el Cuadro 2.4.1 no tiene que ser inferior a:

$$d_{up} = 128A \sqrt[3]{\frac{P}{R}}$$

Donde "A" se toma del Cuadro 2.4.1.

Cuadro 2.4.1 Valor provisional de "A" para utilizar en la fórmula del eje de la hélice no protegido

Material	Valor "A"
Acero inoxidable tipo 316 (austenítico)	0,71
Acero inoxidable tipo 431 (martensítico)	0,69
Bronce manganeso	0,8
Bronce aluminio	0,65
Aleación de níquel aluminio – monel 400	0,65
Aleación de níquel aluminio – monel K 500	0,55
Aceros dúplex	0,49

4.4.8. El diámetro de un eje de la hélice no protegido a delante del sello de popa no tiene que ser mayor del diámetro que se requiere en 4.4.6.

4.5 Ejes huecos

4.5.1. Cuando los ejes de empuje, intermedios, conductos de ejes y ejes de las hélices tienen orificios centrales con un diámetro mayor de 0,4 veces el diámetro exterior, el diámetro equivalente, d_e , de un eje sólido no tiene que ser inferior del tamaño de las Reglas, d , (de un eje sólido), donde d_e se da por:

$$d_e = d_o \sqrt[3]{1 - \left(\frac{d_i}{d_o}\right)^4}$$



4.5.2. Cuando el diámetro del agujero central no supera 0,4 veces el diámetro exterior, el diámetro tiene que calcularse de conformidad con los requisitos adecuados para un eje sólido.

4.6 Ejes Cardan

4.6.1. Los ejes cardan, utilizados en instalaciones con más de una línea de ejes de propulsión, tienen que ser de un diseño homologado, adecuado para las condiciones de operación diseñadas incluyendo la operación a corto plazo de alta potencia. Se tendrá en cuenta la aceptación de la utilización de ejes cardan homologados en las aplicaciones de unidades de propulsión únicas si una unión de extremo de repuesto completa intercambiable se proporciona a bordo.

4.6.2. Los extremos de los ejes cardan deben estar contenidos dentro de unas protecciones tubulares importantes que también permitan el rápido acceso para la inspección y el mantenimiento.

4.7 Pernos de acoplamiento

4.7.1. Los pernos con poca tolerancia colocados transmitiendo la cizalla tienen que tener un diámetro, d_{bm} en las caras de unión de las bridas de los acoplamientos no menor de:

$$d_b = \sqrt{\frac{240 \cdot 10^6 \cdot P}{nD \cdot \sigma_u \cdot R}} \text{ mm}$$

4.7.2. En la unión de las caras de los acoplamientos, excepto en el cigüeñal y en el acoplamiento del eje de empuje / cigüeñal, el diámetro de las Reglas de los pernos de acoplamiento debe reducirse en un 5,2 por ciento para las embarcaciones clasificadas exclusivamente para el servicio en aguas tranquilas.

4.7.3. El diámetro mínimo de los topes de los tornillos o de los pernos en los orificios de los espacios libres en las caras de unión de las bridas de acoplamiento, pre tensionados al 70 por ciento del valor de la resistencia a la tracción del material del perno, no debe ser inferior a:

$$d_R = 1,348 \sqrt{\left(\frac{120 \cdot 10^6 \cdot FP(1 + C)}{RD} + Q \right) \frac{1}{nQ_v}}$$



Donde d_R se toma como lo menor de:

(a). La media de los diámetros efectivos (paso) y menores de los hilos.

(b). Diámetro del vástago del perno lejos de los hilos. (No para pernos de talle largo lo cuales serán especialmente considerados.)

P y R se definen en la Parte 9 de las Reglas.

$F = 2,5$ cuando la conexión de la brida no es accesible desde dentro de la embarcación

$= 2,0$ cuando la conexión de la brida es accesible desde dentro de la embarcación

4.7.4. Se tendrá en cuenta las disposiciones donde los pernos estén pre tensionados a cargas diferente del 70 por ciento del límite elástico del material.

4.8 Conexiones de bridas de acoplamiento

4.8.1. Los espesores mínimos de las bridas de acoplamiento deben ser iguales a los diámetros de los pernos de acoplamiento en la cara de los acoplamientos como se requiere en [4.7.1](#), y para este fin, la resistencia mínima a la tracción de los pernos se tomará como equivalente a la de los ejes. Para ejes intermedios, ejes de empuje, y para el extremo interior del eje de la hélice, el espesor de la brida de acoplamiento en ningún caso podrá ser inferior a 0,20 del diámetro del eje intermedio como lo exige el [4.2.1](#).

4.8.2. El radio del filete en la base de la brida de acoplamiento, integrante con el eje, no tiene que ser inferior a 0,08 del diámetro en el eje en el acoplamiento. Los filetes tienen que tener un acabado liso y no deben estar empotrados en la zona de tuercas y cabezas de pernos.

4.8.3. En caso de que la hélice esté unida por medio de una brida, el espesor de la brida debe ser no menos de 0,25 el diámetro de la parte adyacente al eje de la hélice. El radio del filete en la base de la brida de acoplamiento no tiene que ser inferior a 0,125 el diámetro del eje en el acoplamiento.

4.8.4. Todos los acoplamientos que transmiten el par tienen que ser de dimensiones aprobadas.



4.8.5. En caso de que los acoplamientos sean independientes de los ejes, se tiene que hacer previsión para resistir la tracción hacia atrás.

4.8.6. En caso de que un acoplamiento se contraiga en la porción paralela de la embarcación o esté montado sobre una ligera conicidad, por ejemplo, por medio del método de inyección de aceite a presión, el ensamblaje tiene que cumplir los requisitos de [4.11](#).

4.9 Dientes de los acoplamientos

4.9.1. La tensión de contacto, S_c , en los costados de los dientes en contacto de un acoplamiento de un engranaje no tiene que ser superior a la que figura en el Cuadro 2.4.2, dónde

$$S_c = \frac{24 \cdot 10^6 P}{R d_p b h z} \text{ N/mm}^2$$

Cuadro 2.4.2 Valores admisibles de S_c

Tratamiento superficial del material del diente	Valor admisible de S_c N/mm ²
Diente de superficie endurecida	19
Diente endurecido	11

4.9.2. En caso de que la experiencia haya demostrado que en las mismas condiciones de operación y alineamiento, una mayor carga de diente puede tenerse en cuenta todos los detalles se tienen que presentar para su consideración.

4.10 Acoplamientos flexibles

4.10.1. Los detalles de los acoplamientos flexibles han de presentarse junto con la calificación de la capacidad del fabricante, para las condiciones de funcionamiento de diseño incluyendo la operación a corto plazo de alta potencia. La verificación de las características del acoplamiento se requerirá.

4.10.2. En la determinación de la tolerancia media, se tiene que dar la consideración de los niveles de torsión máxima y de vibración de las propiedades mecánicas del tipo de elemento elástico en carga de compresión, cizalla y fatiga junto con la absorción/generación de calor.



4.10.3. Para determinar los niveles de torsión admisibles de los acoplamientos de resorte de acero, se tienen que tener en cuenta las propiedades mecánicas del material para resistir la carga de fatiga y el sobrecalentamiento.

4.11 Interferencia en los ajustes de los ensamblajes

4.11.1. La interferencia del ajuste del ensamblaje tiene que tener una capacidad para transmitir la torsión de $S \cdot T_{max}$ son deslizamiento.

NOTA

Para fines de orientación sólo $T_{max} = T_{media} (1 + C)$

Donde C debe tomarse del Cuadro 2.4.3

$S = 2,0$ para los ensamblajes accesibles desde dentro del buque

$= 2,5$ para los ensamblajes no accesibles desde dentro del buque

4.11.2. El efecto de cualquier carga axial que actúa en el ensamblaje se tiene que considerar.

Cuadro 2.4.3 Valores de "C" para fines de orientación

Ubicación del acoplamiento	C
Ejes de alta velocidad .- I.C accionados por motor	0,3
Ejes de alta velocidad - Operado con motor eléctrico o turbina	0,1
Ejes de baja velocidad - Engranajes principales	0,1

4.11.3. La tensión von Mises equivalente resultante en el ensamblaje no tiene que ser mayor del límite elástico del material del componente.

4.11.4. Las marcas de referencia se tienen que proporcionar en las superficies adyacentes de las partes fijadas solo por contracción.

4.12 Chavetas y chaveteros para conexiones de la hélice

4.12.1. Las chavetas con extremos redondos o con extremos curvados tienen que utilizarse, y los chaveteros en el núcleo de la hélice y el cono del eje de la hélice tienen que ir equipados con un filete fino en el fondo del chavetero. El radio del filete tiene que ser de al menos 0,0125 el diámetro del eje de la hélice en la parte



superior del cono. Los bordes afilados de la parte superior del chavetero tienen que eliminarse.

4.12.2. Dos clavijas atornilladas se tienen que proporcionar para fijar la chaveta en el chavetero, y la prójima clavija tiene que ubicarse a al menos un tercio de la longitud de la chaveta a partir del extremo. La profundidad de los taladros roscados para las clavijas atornilladas no tiene que ser superior al diámetro de la clavija, y los bordes de los orificios tienen que estar ligeramente biselados. La omisión de las clavijas para las chavetas para ejes de diámetros pequeños será especialmente considerada.

4.12.3. La distancia entre la parte superior del cono y el extremo delantero del chavetero no tiene que ser inferior a 0,2 el diámetro del eje de la hélice en la parte superior del cono.

4.12.4. El área efectiva de la sección de la chaveta a cizalla, no tiene que ser inferior de:

$$\frac{155d^3}{\sigma_u d_1} \text{ mm}^2$$

4.12.5. El área efectiva en compresión de la chaveta, eje o núcleo no tiene que ser inferior a:

$$\frac{24d^3}{\sigma_y d_1} \text{ mm}^2$$

4.13 Chavetas y chaveteros para conexiones del eje en el interior de la embarcación

4.13.1. Las chavetas con extremos redondeados tienen que utilizarse y los chaveteros tienen que ir equipados con un ángulo suave en el fondo de los chaveteros. El radio del ángulo tiene que ser por lo menos de 0,0125 el diámetro del eje en el acoplamiento. Los bordes afilados en la parte superior de los chaveteros tienen que eliminarse.

4.13.2. El área efectiva de la chaveta en cizalla, A, no tiene que ser inferior a:

$$A = \frac{126d^3}{\sigma_u d_1} \text{ mm}^2$$



Como alternativa, se estudiará la posibilidad de chavetas que se ajusten a los requerimientos de diseño de una Norma Nacional reconocida.

4.14 Revestimientos resistentes a la corrosión en los ejes

4.14.1. Los revestimientos pueden ser de bronce, acero inoxidable u otros tipos de aleación aprobados.

4.14.2. El espesor, t , de los revestimientos instalados en los ejes de las hélices o en conductos de ejes, en la zona de los manguitos, no tiene que ser inferior, cuando sea nuevo, de lo que sale de esta fórmula:

$$t = \frac{D+230}{32} \text{ mm}$$

4.14.3. El espesor de un revestimiento continuo entre los manguitos no tiene que ser inferior a 0,75 t .

4.14.4. Los revestimientos continuos tienen que fabricarse o fundirse en una sola pieza.

4.14.5. Cuando los revestimientos consisten en dos o más longitudes, estas deben ser soldadas entre sí. En general, el contenido de plomo del bronce de cada longitud que forma el revestimiento soldado no tiene que exceder del 0,5 por ciento. La composición de los electrodos o varillas de relleno debe ser sustancialmente sin plomo.

4.14.6. Las soldaduras circunferenciales deben ser del tipo de penetración completa con múltiples tramos. Se tiene que tener en cuenta la contracción de la soldadura disponiendo una adecuada longitud del revestimiento para contener la soldadura, si es posible sobre unas tres veces el diámetro del eje, tiene que estar libre del eje. Para evitar daños a la superficie del eje durante la soldadura, una franja de material que resiste el calor cubierto por una tira de cobre debe insertarse entre el eje y el revestimiento en la zona de la unión. Otros métodos para soldar estas uniones serán aceptados si se aprueban. La soldadura tiene que ser llevada a cabo por un método aprobado y de conformidad con el inspector.



4.14.7. Cada revestimiento continuo o longitud del revestimiento tiene que ser ensayado por presión hidráulica a 2,0 bar después de un mecanizado.

4.14.8. Los revestimientos han de ser cuidadosamente reducidos en los ejes por medio de presión hidráulica. Las clavijas no deben utilizarse para fijar los revestimientos.

4.14.9. Se tienen que proporcionar los medios eficaces para evitar que el agua alcance el eje en la parte entre el extremo posterior del revestimiento y el núcleo de la hélice.

4.15 Cojinetes intermedios

4.15.1. Largas longitudes no apoyadas de ejes tienen que evitarse con la colocación de cojinetes fijos en las posiciones adecuadas, véase la Parte 13 de las Reglas.

4.16 Cojinetes de bocina del eje porta hélices y disposición de la bocina

4.16.1. Cuando la bocina o los cojinetes de la bocina del eje porta hélices tienen que instalarse utilizando una resina, de un tipo aprobado, los siguientes requisitos deben cumplirse:

(a). Los orificios de derrames y ventilación deben proporcionarse en los extremos opuestos al agujero de ventilación en el punto más alto.

(b). El espacio mínimo radial ocupado por la resina no tiene que ser inferior a 6 mm en cualquier punto con un espesor nominal de resina de 12 mm.

(c). En el caso de cojinetes de la bocina lubricados con aceite, la disposición de las ranuras de aceite tiene que ser tal como para promover una circulación positiva de aceite en el cojinete.

(d). Se tiene que hacer previsión para la medición a distancia de la temperatura en el extremo posterior del cojinete posterior, con indicación y alarmas en las estaciones de control.

4.16.2. La longitud del cojinete en el cojinete de la bocina del eje porta hélices cerca y soportando a la hélice tiene que ser de la siguiente manera:



(a). *Para cojinetes lubricados por agua que están revestidos con composiciones de caucho de materiales plásticos aprobados, la longitud no tiene que ser inferior a cuatro veces el diámetro requerido para el eje de la hélice bajo el revestimiento.*

(b). *Para cojinetes lubricados por agua revestidos con dos o más sectores espaciados circunferencialmente, de un material plástico aprobado, sin ranuras axiales en la mitad inferior, la longitud del cojinete tiene que ser tal para que la presión nominal del cojinete no sea superior a $0,55 \text{ N/mm}^2$. La longitud del cojinete no tiene que ser inferior a dos veces su diámetro.*

(c). *Para los cojinetes que están revestidos con metal-blanco, lubricados con aceite y equipados con un tipo aprobado de separador de aceite sellador, la longitud del cojinete tiene que ser aproximadamente dos veces el diámetro requerido para el eje de la hélice y tiene que ser tal para que la presión nominal del cojinete no sea superior a $0,8 \text{ N/mm}^2$. La longitud del cojinete no tiene que ser inferior a 1,5 veces su diámetro.*

(d). *Para los cojinetes de hierro fundido y bronce que están lubricados por aceite y equipados con un separador de aceite sellador, la longitud del cojinete, en general, no tiene que ser inferior a cuatro veces el diámetro requerido para el eje de la hélice.*

(e). *Los cojinetes no metálicos lubricados con aceite tienen que ser fabricados a partir de un material aprobado. La longitud del cojinete tiene que ser tal para que la presión máxima aprobada del cojinete no se supere por cualquier limitación de la longitud con la relación del diámetro.*

4.16.3. *Los cojinetes de la bocina del eje porta hélices deben ser adecuados en seguridad.*

4.16.4. *La lubricación forzada de agua se debe proporcionar a todos los cojinetes revestidos de caucho o plástico. El suministro de agua debe proceder de una bomba o de otro tipo de fuente de presión. Indicadores de flujo se deben proporcionar para el servicio de agua a cojinetes de plástico y caucho. Las ranuras de agua en los cojinetes deben ser de sección suficiente y de una forma*



que se vea poco afectada por el desgaste, en particular para los rodamientos del tipo de plástico.

4.16.5. La válvula o llave de cierre que controle el suministro de agua tiene que colocarse directamente después del mamparo del pique de popa, o a la bocina del eje de la hélice cuando el suministro de agua entre en la bocina del eje de la hélice después del mamparo.

4.16.6. Las glándulas de sellado de aceite deben ser capaces de alojar los efectos de la expansión diferencial entre el casco y la línea de ejes para todas las temperaturas del mar en la zona de operaciones. Este requisito se aplica en particular a las glándulas que cubren el espacio y mantienen su estanqueidad al aceite entre la hélice y la bocina del eje porta hélice.

4.16.7. En caso de que un tanque de suministro de aceite lubricante en el cojinete de la bocina del eje porta hélices esté instalado, debe ubicarse por encima de la línea de flotación de carga y debe contar con un dispositivo de alarma de bajo nivel en el espacio de máquinas, véase también el punto 5.1.1, Sección 5, Capítulo 2, Parte 11 de las Reglas.

4.16.8. Cuando los cojinetes de la bocina del eje porta hélices son lubricados con aceite, se tiene que hacer previsión para enfriar el aceite manteniendo agua en el tanque del pique de popa por encima del nivel de la bocina del eje porta hélices o por otros medios aprobados. Los medios para determinar la temperatura del aceite en la bocina del eje porta hélices también serán proporcionados.

10.2.4 Equipos de fondeo y amarre:

[Parte 3, Capítulo 5, Sección 2 Número de equipo](#)

2.1 Número de equipo

2.1.1. El equipo de amarre y fondeo se basa en un número de equipo, EN, que tiene que ser calculado como se muestra en 2.1.2 a 2.1.4.

2.1.2. Embarcación mono-casco

$$EN = \Delta^{2/3} + 2(D_h + B_o \alpha_1) + 0,1A$$



Parte 3, Capítulo 5, Sección 3 Factores del grupo de servicio

3.5 Embarcaciones G6

3.5.1. El Grupo de Servicio G6 cubre a los yates y las embarcaciones de patrulla que tienen un servicio sin restricciones.

3.5.2. Para los yates, la masa de las anclas requerida por el cuadro 5.5.1 de la Sección 5, Capítulo 5, Parte 3 de las Reglas, tiene que ser multiplicada por el tipo de factor que se indica en la Sección 4, Parte 3 de las Reglas. La longitud y el diámetro de la cadena debe ser el requerido por el cuadro 5.6.1 de la Sección 6, Capítulo 5, Parte 3 de las Reglas correspondiente a la reducción de la masa del ancla dada en la sección 4, Parte 3 de las Reglas.

Parte 3, Capítulo 5, Sección 5 Anclas

5.1 General

5.1.1. Las Normas se basan en la utilización de un tipo de anclas de alta capacidad de retención (HHP).

5.1.6. Los yates tienen que ir provistos con dos anclas a bordo, la primera de las cuales debe estar preparada para su uso inmediato. Las masas de las anclas pueden ser de las siguientes combinaciones:

(a). La masa de la primera ancla no tiene que ser inferior al 100 por ciento del valor de regla para el tipo de ancla que se trate. La masa de la segunda ancla no tiene que ser menor al 70 por ciento del valor de regla para el tipo en cuestión.

(b). La masa de cada ancla no tiene que ser inferior al 90 por ciento del valor de regla para el tipo de ancla que se trate.

Cuadro 5.5.1 Anclas

Número de Equipo		Anclas de leva de alta capacidad de retención	
Sobrepasado	No sobrepasado	Número de anclas	Masa del ancla, en kg
-	5	1	11
5	10	1	13
10	15	1	17
15	20	1	22



20	25	1	27
25	30	1	32
30	35	1	37
35	40	1	44
40	45	1	52
45	50	1	59
50	70	1	80
70	90	1	117
90	110	1	154
110	130	1	197
130	150	1	240
150	175	1	292
175	205	1	360
205	240	1	428
240	280	1	495
280	320	1	585
320	360	1	675
360	400	1	765
400	450	1	855
450	500	1	968
500	550	1	1080
550	600	1	1193
600	660	1	1305
660	720	1	1440
720	780	1	1575
780	840	1	1710
840	910	1	1845
910	980	1	1980
980	1060	1	2138
1060	1140	1	2295

5.4 Grillete del ancla

5.4.1. Los grilletes del ancla de acero han de ser de acero forjado o fundido de un fabricante homologado.

[Parte 3, Capítulo 5, Sección 6 Cadena](#)



6.2 Cadena

6.2.1. El diámetro de la cadena con contretes tiene que ser el indicado en el cuadro 5.6.1.

6.2.2. Una cadena corta de unión puede ser aceptada siempre que la carga de rotura no sea inferior a la de la cadena con contretes del diámetro requerido por el cuadro 5.6.1.

6.2.3. Las cadenas deben ser de acero dulce, acero de especial calidad o acero de calidad extra de conformidad con los requisitos del Capítulo 10, Parte 2 de las Reglas, y se han de clasificar de acuerdo con el cuadro 5.6.2.

6.2.5. Además de 6.2.3 se tendrá especialmente en cuenta a la utilización de cadenas de acero inoxidable. El acero inoxidable ha de ser de un tipo adecuado, cuyos detalles se han de presentar para su consideración.

6.2.6. La forma y la proporción de los eslabones y grilletes tienen que estar de conformidad con el Capítulo 10, Parte 2 de las Reglas.

Cuadro 5.6.1 Cadena

Masa de la ancla de leva HHP, en kg	Longitud de la cadena, en metros	Diámetro de la cadena con contretes, en mm		
		Acero dulce (Grado:1 o U1)	Acero de calidad especial (Grado:U2)	Acero de calidad especial extra (Grado:U3)
11	55	8	-	-
13	55	8	-	-
17	55	8	-	-
22	55	9	-	-
27	55	9	-	-
32	82,5	9	-	-
37	82,5	11,2	-	-
44	82,5	11,2	-	-
52	110	11,2	-	-
59	110	12,5	-	-
80	110	12,5	-	-
117	110	14	12,5	-
154	110	16	14	-



197	137,5	17,5	16	-
240	137,5	19	17,5	-
292	137,5	20,5	17,5	-
360	137,5	22	19	-
428	165	24	20,5	-
495	165	26	22	20,5
585	165	28	24	22
675	192,5	30	26	24
765	192,5	32	28	24
855	192,5	34	30	26
968	192,5	36	32	28
1080	220	38	34	30
1193	220	40	34	30
1305	220	42	36	32
1440	220	44	38	34
1575	220	46	40	36
1710	247,5	48	42	36
1845	247,5	50	44	38
1980	247,5	52	46	40
2138	247,5	54	48	42
2295	247,5	56	50	44

Cuadro 5.6.2 Grados de acero utilizados en las cadenas

Grado	Material	Resistencia a la tracción (N/mm ²)
U1	Acero dulce	300 – 490
U2(a)	Acero de calidad especial (forjado)	490 – 690
U2(b)	Acero de calidad especial (fundido)	490 – 690
U3	Acero de calidad especial extra	690 mín.

6.6 Fijación de la cadena

6.6.1. Se tiene que hacer provisión para asegurar los extremos interiores de las cadenas a la estructura. Esta unión tiene que tener una resistencia de trabajo de no menos del 10 por ciento de resistencia a la rotura de la cadena, y la estructura a la que se fija tiene que ser adecuada para esta carga. Se tienen que tener en



cuenta las ventajas de la disposición para que el cable pueda ser deslizado desde una posición accesible fuera de la caja de cadenas. La disposición propuesta para deslizar la cadena, si se construye fuera de la caja de cadenas, tiene que ser estanca.

6.7 Dispositivos de freno y liberación de la cadena

6.7.1. Se recomienda que se disponga de frenos adecuados de cadena a proa. Los escantillonados de estos frenos están fuera del ámbito de aplicación del Reglamento, sin embargo la estructura en la zona tiene que estar diseñada teniendo debidamente en cuenta la carga aplicada. Los dispositivos de soporte bajo el freno de la cadena tienen que estar en conformidad con el inspector.

6.8 Caja de cadenas

6.8.1. Un adecuado almacenamiento se tiene que proporcionar para toda la longitud de la cadena del ancla.

6.8.2. La caja de cadenas tiene que tener una capacidad y profundidad adecuada para proporcionar una fácil conducción directa en los tubos de cadenas, cuando la cadena está plenamente estibada. Las cadenas deben ser del tamaño adecuado. Los cabos de babor y estribor tienen que estar separados por una división en la caja.

6.8.3. Las cajas de cadenas colocadas a popa del mamparo de colisión tienen que ser estancas y el espacio ha de estar eficientemente drenados.

[Parte 3, Capítulo 5, Sección 7 Cabos de amarre y de remolque](#)

7.1 Cabos de amarre

7.1.1. Las embarcaciones de menos de 90 metros de eslora tienen que estar equipadas con cabos de amarre de acuerdo con el cuadro 5.7.1.

7.1.2. Las longitudes de cada una de las líneas de amarre en el cuadro 5.7.1 se pueden reducir hasta en un siete por ciento, siempre que la longitud total de líneas de amarre no sea inferior a la que habría resultado si todas las líneas tuvieran la misma longitud. Las propuestas de colocar líneas de amarre



individuales de longitud reducida para adaptarse a un servicio particular serán especialmente consideradas.

Cuadro 5.7.1 Cabos de amarre y remolque

Número de Equipo		Cabo de remolque (ver notas)		Líneas de amarre		
Sobrepasado	No sobrepasado	Mínima longitud, en metros	Mínima resistencia a la rotura, en kN	Número de líneas	Mínima longitud de cada línea, en metros	Mínima resistencia a la rotura, en kN
-	5	90	19,9	2	55	13,9
5	10	90	22,5	2	55	17,6
10	15	90	27,7	2	55	21,5
15	20	90	32,9	2	55	24,5
20	25	110	38,1	2	55	26,6
25	30	110	43,3	2	55	28,2
30	35	110	48,5	2	55	29,6
35	40	135	53,7	2	55	30,8
40	45	135	58,9	2	70	31,8
45	50	135	64,1	2	85	32,7
50	70	180	71,0	2	100	35,5
70	90	180	82,1	2	100	39,3
90	110	180	93,2	2	110	43,1
110	130	180	104,3	2	110	46,6
130	150	180	115,3	2	120	50,2
150	175	180	127,8	2	120	54,4
175	205	180	143,0	2	120	58,8
205	240	180	161,1	2	120	64,2
240	280	180	181,8	3	120	71,1
280	320	180	204,0	3	140	78,5
320	360	180	226,1	3	140	85,8
360	400	180	248,3	3	140	93,2
400	450	180	273,2	3	140	100,5
450	500	180	300,9	3	140	107,9
500	550	180	328,6	4	160	112,8
550	600	180	356,3	4	160	117,7
600	660	180	386,8	4	160	122,6



660	720	180	420,1	4	160	127,5
720	780	180	453,3	4	170	132,4
750	840	180	486,5	4	170	137,3
840	910	180	522,5	4	170	142,2
910	980	180	561,3	4	170	147,1
980	1060	180	602,9	4	180	156,9
1060	1140	180	647,2	4	180	166,7

NOTAS

1. Las líneas de remolque especificadas son sólo para guía, ver el punto 7.4.1, Sección 7, Capítulo 5, Parte 3 de las Reglas.
2. Los cabos utilizados como líneas de remolque o amarre generalmente tienen que de construcción flexible con no menos de:
144 hilos en seis trenzas con siete ejes de fibra para resistencias hasta 490 kN
222 hilos en seis trenzas con un eje de fibra para resistencias superiores a 490 kN
Los hilos han colocarse alrededor del centro de la fibra de cada trenza tienen que tener no más de dos capas.
3. Los cabos utilizados como líneas de remolque y amarre utilizadas junto con los molinetes de amarre (donde se almacena el cabo en el tambor del molinete) tienen que ser de adecuada construcción.
4. Independientemente de los requisitos de resistencia, los cabos no deben tener un diámetro inferior a 12 mm.

[Parte 3, Capítulo 5, Sección 8 Pruebas y diseño del molinete](#)

8.1 General

8.1.1. Un molinete, cabrestante o manivela de potencia suficiente y adecuada para el tamaño de la cadena del ancla tiene que ser instalado en la embarcación. En caso de que los propietarios requieran un equipo significativamente superior al de los requisitos de las Reglas, es su responsabilidad especificar un aumento de potencia en el molinete.

8.1.2. Los molinetes se tienen que poder operar manualmente o eléctricamente, con sujeción a los requisitos de [8.2.3](#).

8.1.3. En caso de que se utilicen cables de acero en lugar de cadenas, una manivela adecuada con suficiente capacidad del tambor para almacenar la longitud del cabo se tiene que proporcionar.

8.1.4. El molinete, los cabrestantes de fondeo y manivelas tienen que ser de los tipos homologados por LR.



8.1.5. En las embarcaciones equipadas con anclas con una masa de más de 50 kg se tienen que colocar un(os) molinete(s) de potencia suficiente y adecuados para la tipo y tamaño de la cadena. Las disposiciones de ancla con pescante serán especialmente consideradas.

8.2 Funcionamiento

8.2.1. El siguiente criterio de funcionamiento se tiene que utilizar como base de diseño para el molinete:

(a). El molinete tiene que tener la suficiente potencia para ejercer un trabajo de estirar continuo de:

$28,00d_c^2 N$ – para la cadena de Grado U1, con $d_c < 14 \text{ mm}$

$36,79d_c^2 N$ – para la cadena de Grado U1, con $d_c \geq 14 \text{ mm}$

$41,68d_c^2 N$ – para la cadena de Grado U2

$46,60d_c^2 N$ – para la cadena de Grado U3

Por encima de un periodo de $0,12L_c$ minutos. El periodo de prueba no tiene que durar más de 30 minutos.

Donde

d_c es el diámetro de la cadena, en mm.

L_c es la longitud total de la cadena a bordo, en metros, tal como se da en el [cuadro 5.6.1](#).

(b). El molinete tiene que tener la suficiente potencia para ejercer, en un periodo de al menos dos minutos, un estiramiento igual al mayor de:

(i). estiramiento a corto plazo:

1,5 veces el trabajo de estiramiento continuo tal como se define en 8.2.1(a).

(ii). Estiramiento de salida del ancla:

$12,18W_a + 7,0L_c d_c^2 / 100 N$

Donde



W_a es la masa del ancla de leva (kg) tal como se muestra en el [cuadro 5.5.1](#).

(c). A falta de un freno de cadena, el molinete, con su sistema de frenado en acción y en condiciones que simulan las que pueden ocurrir en servicio, tiene que ser capaz de soportar, sin deformación permanente, una carga aplicada a la cadena, dada por:

$$k_b d_c^2 (44 - 0,08d_c) N$$

Dónde

$k_b = 7,85$ para un Grado de Cadena de U1,

= 11,00 para un Grado de Cadena de U2,

=15,70 para un Grado de Cadena de U3.

(d). Cuando un freno de cadena está colocado, el sistema de freno del molinete tiene que tener una capacidad de freno suficiente para asegurar el paro adecuado cuando se arria la cadena i el ancla. Es responsabilidad del capitán asegurarse de que el freno de la cadena se encuentra en funcionamiento cuando se sube la cadena. En lugares claramente visibles en el puente y adyacentes a la posición de control del molinete, se tiene que mostrar el siguiente aviso adyacente a la posición de control del molinete, y en lugares claramente visibles del puente si el molinete se puede operar remotamente:

“El freno tiene capacidad para permitir el descenso controlado de solamente la cadena y el ancla. El freno de la cadena se tiene que utilizar todas las veces mientras se sube el ancla”.

Los criterios de rendimiento se han de verificar por medio de las pruebas en el taller en el caso de los molinetes fabricados sobre bases individuales. Los molinetes fabricados al amparo del esquema del tipo de homologación de LR para el equipo de ingeniería naval no requieren pruebas de taller sobre una base individual.

8.2.2. Las características de rendimiento del molinete especificadas en 8.2.1 y 8.3.2 de las Reglas se basan en los siguientes supuestos:



- (a). *El elevador de la cadena sólo está conectado al eje de impulsión,*
- (b). *Trabajos continuos y levantamientos a corto plazo son medidos en el elevador de la cadena,*
- (c). *las pruebas de freno se llevan a cabo con los frenos totalmente aplicados y el elevador de la cadena desembragado,*
- (d). *la probabilidad de desembrague de un elevador de cadena desde el motor con su freno en la posición cerrada se minimiza,*
- (e). *La eficiencia de la bocina del escobén se asume del 70 por ciento.*

8.2.3. *Los molinetes operados manualmente sólo son aceptables si el esfuerzo necesario en el mango, no excede de 15 kgf para arriar una ancla a una velocidad no inferior a 2 m / min y haciendo unas treinta vueltas de la manivela por minuto.*

8.2.4. *Los molinetes adecuados para ser operados manualmente así como mediante el suministro de energía externa han de estar contruidos de tal forma para que el la potencia de dirección no pueda activar el volante.*

8.4 Asientos

8.4.1. *El molinete tiene que estar eficientemente asentado y fijado a la cubierta. El espesor de la cubierta en la zona del molinete tiene que ser incrementada, y se tiene que proporcionar una rigidez adecuada, en conformidad con el inspector. El diseño estructural de la integridad de la plancha de soporte es responsabilidad del constructor y del fabricante del molinete.*

10.2.5 Sistemas de tuberías

[Parte 15, Capítulo 1, Sección 3: Clasificación de las tuberías](#)

3.1 Observaciones generales

3.1.1. *Los sistemas de tuberías se dividen en tres clases en función de los fluidos internos y la temperatura de diseño y la presión del sistema.*

3.1.4. *La máxima presión y la temperatura de diseño para los sistemas de la clase II y III, se recogen en el Cuadro 1.3.1.*



3.1.5. Las tuberías de Clase I se tienen que utilizar cuando la presión de diseño máxima o la temperatura de diseño supera la aplicable para las tuberías de Clase II.

3.1.6. Las tuberías de Clase III también deben ser utilizadas para tuberías de extremos abiertos, por ejemplo, derramamientos, ventilación, tubos de residuos de calderas de vapor, desagües de extremos abiertos, sondas, etc.

Cuadro 1.3.1 Condiciones de presión y temperatura máxima para los sistemas de tuberías de Clase II y III

Sistema de tuberías	Clase II		Clase III	
	<i>p</i>	<i>T</i>	<i>p</i>	<i>T</i>
Vapor	bar	°C	bar	°C
Líquidos inflamables (ver Nota)	16,0	300	7,0	170
Otros medios	16,0	150	7,0	60
	40,0	300	16,0	200
NOTA Los líquidos inflamables incluyen: combustible, aceite lubricante, aceite térmico y aceite lubricante.				

[Parte 15, Capítulo 1, Sección 5: Aceros al carbono y de baja aleación](#)

5.1 Generalidades

5.1.1. El espesor mínimo de las tuberías de acero tiene que determinarse por la fórmula que figura en 5.1.2 y 5.1.3, salvo que en ningún caso tiene que ser inferior al que se muestra en el Cuadro 1.5.1.

5.1.2. El espesor mínimo, *t*, de las tuberías rectas de presión de acero tiene que determinarse por la siguiente fórmula:

$$t = \left(\frac{pD}{20\sigma_e + p} + c \right) \frac{100}{100 - \alpha} \text{ mm}$$

donde los símbolos se definen en el punto 4.1.1, Sección 4, Capítulo 1, Parte 15 de las Reglas.

c se obtiene a partir del [Cuadro 1.5.2](#), véase también el punto 5.1.4, Sección 5, Capítulo 1, Parte 15 de las Reglas.



σ se puede obtener directamente del [Cuadro 1.5.3](#), o a partir de la fórmula que figura en [5.1.6](#).



Imagen 10.5 Detalle unión tubos materiales disimilares

5.1.3. El espesor mínimo t_b , de la tubería recta de acero que se utilizará para una tubería curvada tiene que determinarse a partir de la siguiente fórmula, salvo cuando pueda demostrarse que el uso de un espesor inferior a t_b no reducirá el espesor por debajo de t en cualquier punto después de la flexión:

$$t_b = \left[\left(\frac{pD}{20\sigma e + p} \right) \left(1 + \frac{D}{2,5R} \right) + c \right] \frac{100}{100 - \alpha} \text{ mm}$$

donde los símbolos se definen en el punto 4.1.1, Sección 4, Capítulo 1, Parte 15 de las Reglas.

c y σ se obtienen como en 5.1.2.

En general, R no tiene que ser inferior a $3D$.

Cuadro 1.5.1 Espesor mínimo para las tuberías de acero

Diámetro externo D mm	Espesor mínimo de la tubería mm
10,2 – 12	1,6
13,5 – 19	1,8
20 – 44,5	2,0
48,3 – 63,5	2,3



70 – 82,5	2,6
88,9 – 108	2,9
114,3 – 127	3,2
133 – 139,7	3,6
152,4 – 168,3	4,0
177,8 y por encima	4,5
NOTAS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El espesor de las tuberías de aire, derrames y sondas para los tanques estructurales no tiene que ser inferior a 4,5 mm. 2. El espesor de las tuberías de achique, lastre y agua de mar no tiene que ser inferior a 4,0 mm. 3. El espesor de las tuberías de achique, aire, derrame y de sondeo a través de tanques de combustible, líneas de lastre a través de tanques de combustible y líneas de combustible a través de tanques de lastre no tiene que ser inferior a 6,3 mm. 4. Para las tuberías de aire, lastre, combustible, derrames, sondas y ventilación como se mencionan en las Notas 1 a 3, en el caso de que las tuberías estén bien protegidas contra la corrosión es espesor debe reducirse no más de 1 mm. 5. Para las tuberías de aire y sondeo el espesor mínimo se aplica a la parte de la tubería fuera del tanque pero no expuesta a la intemperie. La sección de la tubería expuesta a la intemperie requerirá ser adecuadamente incrementada en espesor de conformidad con los requisitos obligatorios y de la línea de carga, según el caso. 	

Cuadro 1.5.2 Valores de tolerancia de corrosión (c) para tuberías de acero

Tuberías de servicios	C, en mm
Sistemas de vapor saturado	0,8
Sistemas de aire comprimido	1,0
Sistemas de aceite hidráulico	0,3
Sistemas de aceite lubricante	0,3
Sistemas de combustible	1,0
Plantas de refrigeración	0,3
Sistemas de agua dulce	0,8
Sistemas de agua de mar en general	3,0

5.1.5. En caso de que las tuberías estén bien protegidas contra la corrosión, la tolerancia de corrosión (c) debe reducirse en no más del 50 por ciento.

5.1.6. La tensión de diseño máxima permisible, σ , debe tomarse como el menor de los siguientes valores:

$$\sigma = \frac{E_t}{1,6}$$

$$\sigma = \frac{R_{20}}{2,7}$$



$$\sigma = \frac{S_R}{1,6}$$

Los valores de E_t , R_{20} y S_R pueden obtenerse a partir del Capítulo 6, Parte 2 de las Reglas. Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación.

5.1.7. El talón de las tuberías de acero entre el forro exterior y la válvula de mar tienen que ser de construcción corta rígida, adecuadamente apoyadas y de un espesor importante.

Cuadro 1.5.3 Tuberías de acero al carbono y al carbono-manganeso

Mínima resistencia a la tracción específica, N/mm^2	Tensión de diseño máxima permisible, N/mm^2												
	Temperatura de diseño máxima, $^{\circ}C$												
	50	100	150	200	250	300	350	400	410	420	430	440	450
320	107	105	99	92	78	62	57	55	55	54	54	54	49
360	120	117	110	103	91	76	69	68	68	68	64	56	49
410	136	131	124	117	106	93	86	84	79	71	64	56	49
460	151	146	139	132	122	111	101	99	98	85	73	62	53
490	160	156	148	141	131	121	111	109	98	85	73	62	53

5.2 Uniones de tuberías de acero

5.2.1. Las uniones en las líneas de tuberías de acero deben ser creadas por:

- Atornilladas o soldadas a las bridas.
- Soldadas entre las tuberías y entre las tuberías y entre las tuberías y los cuerpos de las válvulas.
- uniones soldadas (hasta 60,3 mm de diámetro exterior).
- uniones de ruedas dentadas (hilo paralelo), véase también [5.5](#).
- tipos especiales de uniones aprobadas que han demostrado ser adecuadas para las condiciones de diseño, véase también [5.4](#).

5.2.2. Cuando las tuberías están unidas por soldadura un número adecuado de bridas de unión tienen que proporcionarse en las posiciones adecuadas para facilitar la instalación y la eliminación para el mantenimiento.

5.2.3. En caso de que las tuberías soldadas estén protegidas contra la corrosión la protección contra la corrosión se debe aplicar después de la soldadura o la



protección contra la corrosión se tiene que reparar en la zona del área dañada de soldadura.

5.3 Bridas soldadas, juntas soldadas y piezas fabricadas divididas

5.3.1. Las dimensiones y el material de las bridas y empernado, y la clasificación de la presión-temperatura de las bridas empernadas en las líneas de tuberías a presión, de conformidad con normas nacionales u otras normas establecidas serán aceptadas.

5.3.2. Los tipos de bridas soldadas deben ser adecuadas para la presión, temperatura y servicio para el que las tuberías están destinadas.

5.3.3. Los ejemplos típicos de accesorios de las bridas soldadas se muestran en la [fig. 1.5.1](#), y las condiciones de limitación de diseño para los tipos de brida (a) a (f) se muestran en el [Cuadro 1.5.4](#).

5.3.4. Las bridas soldadas no tienen que tener un ajuste perfecto sobre la tubería. La máxima separación entre la cavidad de la brida y el diámetro exterior de la tubería tiene que ser de 3 mm en cualquier punto, y la suma de las tolerancias diametrales opuestas no tiene que ser superior a 5 mm.

5.3.5. Cuando las soldaduras se emplean en la fijación del tipo de brida (a), en las uniones de tubería con tubería o en la construcción de piezas divididas, las piezas adyacentes tienen que tener los diámetros coincidentes. Esto puede ser efectuado por desplazamiento, expansionado con rodillos o mecanizado, siempre que la pared de la tubería no se reduzca por debajo del espesor de diseño. Si las partes a unir difieren en espesor de la pared, la pared más gruesa tiene que achaflanarse gradualmente hasta el espesor de la más delgada en la unión de soldadura. Los cuellos de soldadura de los cuerpos de las válvulas tienen que ser suficientemente largos para garantizar que las válvulas no se han distorsionado como resultado de la soldadura y posterior tratamiento térmico de las uniones.

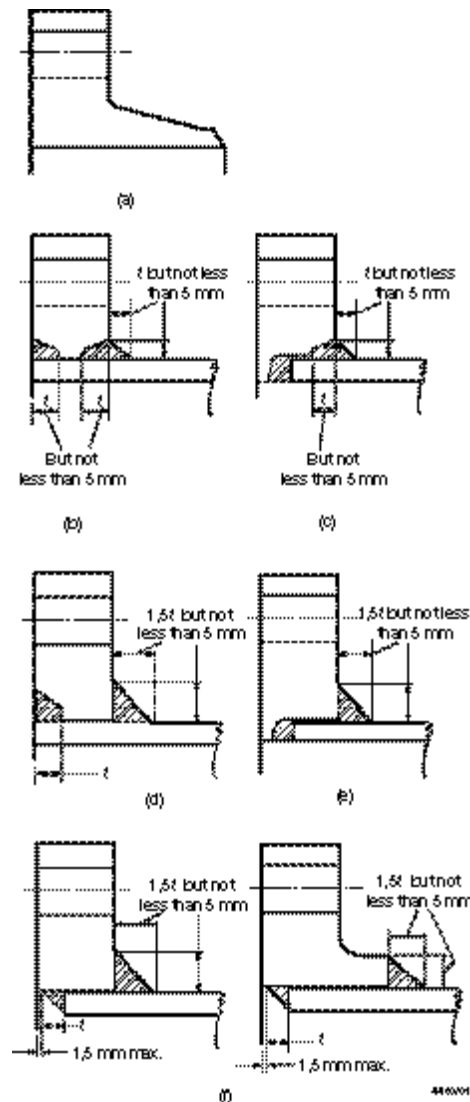


Figura 1.5.1 Ejemplos de accesorios soldados en las bridas

5.3.6. Cuando se usan los anillos de soporte con una brida tipo (a) tienen que ajustarse estrechamente al diámetro de la tubería y deben ser eliminados después de la soldadura. Los anillos se deben hacer del mismo material que las tuberías o de acero dulce con un contenido de azufre no superior al 0,05 por ciento.

5.3.7. Las ramas pueden fijarse a las tuberías de presión por medio de soldadura, siempre que la tubería esté reforzada en la rama por una chapa o collar de compensación u otros medios aprobados, o alternativamente que el espesor de la



tubería y la rama se incrementen para mantener la resistencia de la tubería. Estos requisitos también aplican a piezas de las ramas fabricadas.

Cuadro 1.5.4 Condiciones de limitación de diseño de los tipos de brida

Tipo de brida		Presión máxima	Temperatura máxima	Máximo diámetro exterior de la tubería	Diámetro mínimo de la tubería
			°C	mm	mm
(a)	Las clasificaciones de presión-temperatura tienen que estar en conformidad con las normas homologadas		No hay restricción	No hay restricción	No hay restricción
(b)			No hay restricción	163 para aleaciones de acero*	No hay restricción
(c)			No hay restricción	163 para aleaciones de acero*	75
(d)			425	No hay restricción	No hay restricción
(e)			425	No hay restricción	75
(f)			425	No hay restricción	No hay restricción

* No hay restricción para los aceros al carbono

Cuadro 1.5.5 Limitación de las condiciones de diseño de rosca manga articulaciones

Diámetro nominal mm	Presión máxima bar (kgf/cm ²)	Temperatura máxima °C
≤25	12,0 (12,2)	260
< 25 ≤ 40	10,0 (10,2)	260
< 40 ≤ 80	8,5 (8,7)	260
< 80 ≤ 100	7,0 (7,1)	260

5.4 Accesorios atornillados

5.4.1. Los accesorios atornillados incluyendo los accesorios de compresión deben utilizarse en los sistemas de tuberías que no superen 41 mm de diámetro exterior. En caso de que los accesorios no estén en conformidad con la norma aprobada entonces Lloyd's Register (en lo sucesivo denominado "LR") podrá requerir que



los accesorios sean sometidos a ensayos especiales para demostrar su idoneidad.

5.5 Uniones de ruedas dentadas (hilo paralelo)

5.5.1. Las uniones de ruedas dentadas de conformidad con las normas Nacionales u otras normas establecidas deben utilizarse dentro de los límites que figuran en el [Cuadro 1.5.5](#). No deben utilizarse en los sistemas de tuberías de transporte de líquidos inflamables.

5.6 Uniones de soldadura a enchufe

5.6.1. Las uniones de soldadura a enchufe deben utilizarse con tuberías de acero al carbono que no superen los 60,3 mm de diámetro exterior. Los accesorios de soldadura a enchufe tienen que ser de acero forjado y el material tiene que ser compatible con la tubería asociada. Tales uniones no tienen que utilizarse cuando se espere que aparezca fatiga, erosión severa o grietas de corrosión.

5.6.2. El espesor de los accesorios de soldadura a enchufe tiene que cumplir con los requisitos de [5.1.3](#), pero no debe ser inferior a 1,25 veces el espesor nominal de la tubería o tubo. La separación diametral entre el diámetro exterior de la tubería y el diámetro del accesorio no tiene que superar 0,8 mm, y un espacio de aproximadamente 1,5 mm se tiene que proporcionar entre el extremo de la tubería y el fondo del enchufe.

5.6.3. La longitud del tramo del cordón de soldadura que une la tubería con el accesorio de soldadura a enchufe tiene que ser tal para que la dimensión de la garganta de la soldadura no sea inferior al espesor nominal de la tubería o tubo.

5.7 Las uniones de ruedas soldadas

5.7.1. Las uniones de ruedas soldadas deben utilizarse solo con los sistemas de Clase III, con sujeción a los requisitos de las restricciones y dimensiones generales dados en 5.6 para uniones de soldadura a enchufe.

5.7.2. Los extremos de las tuberías tienen que localizarse en el centro de la rueda con un espacio de 1,5 a 2,0 mm.



Parte 15, Capítulo 1, Sección 7 Fundición de hierro

7.1 Generalidades

7.1.1. Las válvulas y accesorios de fundición gris de hierro, en general, serán aceptadas en los sistemas de tuberías de Clase III excepto como se indica en

7.1.5. Las válvulas y accesorios de fundición gris de hierro serán aceptadas en los sistemas de vapor de Clase II a las que se refiere el Cuadro 1.3.1, Capítulo 1, Parte 15 de las Reglas, pero la presión de diseño o la temperatura no tiene que ser superior a 13 bar o 220°C, respectivamente.

7.1.2. Las fundiciones de hierro de grafito esferoidal o nodular para válvulas y accesorios en los sistemas de tuberías de Clase II y Clase III tienen que hacerse en un grado que tenga una elongación mínima específica no inferior al 12 por ciento en una longitud de medición de $5,65\sqrt{S_0}$, donde S_0 es el área real de la sección transversal de la pieza de ensayo.

7.1.3. Las propuestas para la utilización de este material en los sistemas de tuberías de Clase I se considerará especialmente, pero en ningún caso el material tiene que utilizarse cuando la temperatura de diseño supere los 350°C.

7.1.4. Cuando la elongación es menor que el mínimo requerido por 7.1.2, el material, en general, tiene que estar sujeto a las mismas limitaciones que la fundición gris.

7.1.5. La fundición gris no tiene que utilizarse para lo siguiente:

- Válvulas y accesorios para sistemas de calderas de purga y otros sistemas de tuberías sujetos a golpes o vibraciones.
- Válvulas y accesorios del forro exterior, véase el punto 3.1, Sección 3, Capítulo 2, Parte 15 de las Reglas.
- Válvulas instaladas en el mamparo de colisión.

Parte 15, Capítulo 1, Sección 8 Plásticos

8.1 General



8.1.1. *Las propuestas para utilizar las tuberías de plástico serán consideradas en relación con las propiedades de los materiales, las condiciones de operación y el servicio y ubicación propuesta. Especial consideración se dará a cualquier servicio propuesto para las tuberías de plástico no mencionado en las Reglas.*

8.1.2. *La atención también debe darse a las Directrices para la Aplicación de Tuberías de Plástico en los buques que figuran en la Resolución de la OMI A.753 (18).*

8.1.3. *Las tuberías y accesorios plásticos, en general, se aceptarán en los sistemas de tuberías de la Clase III.*

8.1.4. *Las tuberías de plástico no son aceptables para el combustible, aceite lubricante u otros sistemas de líquidos inflamables en los espacios de la maquinaria, bodegas de carga y otros espacios de alto riesgo de incendio.*

8.1.5. *Para los sistemas de tuberías de la Clase I, Clase II y Clase III para los que existen requisitos en las Reglas, las tuberías tienen que ser de un tipo que haya sido aprobado por LR.*

8.1.6. *Para usos domésticos y servicios similares donde no hay requisitos de las Reglas, las tuberías no tienen por qué ser de un tipo que haya sido aprobado por LR. Sin embargo, los aspectos de seguridad contra el fuego como se indican en 8.4, tienen que tenerse en cuenta.*

8.1.7. *La utilización de tuberías de plástico puede limitarse por los requisitos legales de la Autoridad Nacional del país en el que la embarcación tiene que registrarse.*

8.2 Criterios de diseño y funcionamiento

8.2.1. *Las tuberías y accesorios deben ser de construcción sólida y tienen que cumplir con la Norma Nacional u otra Norma establecida, en consonancia con el uso previsto. Los datos de las tuberías, accesorios y uniones deben ser enviados para su examen.*



8.2.2. Los criterios de diseño y de funcionamiento de todos los sistemas de tuberías, independientemente del servicio o de la ubicación, tienen que satisfacer los requisitos de 8.3.

8.2.3. Dependiendo del servicio y la ubicación, los aspectos de seguridad tales como la resistencia a incendios, y los recubrimientos protectores del fuego, tienen que cumplir con los requisitos de [8.4](#).

8.2.4. Las tuberías de plástico tienen que ser eléctricamente conductivas cuando:

(a). Lleven líquidos capaces de generar cargas electrostáticas.

(b). Pasen a través de zonas y espacios peligrosos, independientemente del fluido que transporten.

Unas precauciones adecuadas contra la acumulación de cargas electrostáticas tienen que proporcionarse de conformidad con los requisitos de [8.5](#), véase también el punto 1.12, Sección 1, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.

8.3 Resistencia de diseño

8.3.1. La resistencia de las tuberías tiene que determinarse por ensayos de presión hidrostática en los tamaños representativos de tuberías. La resistencia de los accesorios no tiene que ser inferior a la resistencia de las tuberías.

8.3.2. En servicio, la tubería no tiene que estar sometida a una presión mayor que la presión interna nominal pN_i .

8.3.3. La presión interna nominal, pN_i , de la tubería tiene que determinarse por el menos de los siguientes valores:

$$pN_i \leq \frac{P_{st}}{4}$$

$$pN_i \leq \frac{P_{lt}}{2,5}$$

Debido a la duración del tiempo fijado para el ensayo a largo plazo, el ensayo debe llevarse a cabo sobre un periodo reducido de tiempo y los resultados extrapolarse utilizando una Norma adecuada como ASTM D2837 y ASTM D1598.



8.3.4. La presión externa nominal, pN_e de la tubería, que se define como el vacío interno total máximo y la presión estática externa a la que la tubería estará sujeta, tiene que determinarse por el siguiente:

$$pN_e \leq \frac{P_{col}}{3}$$

La presión de colapso de las tuberías no tiene que ser inferior a 3 bar.

8.3.5. Las tuberías tienen que satisfacer los requisitos de diseño de 8.3.2 y 8.3.4 en el rango de temperaturas de servicio que van a experimentar.

8.3.6. Los límites de alta temperatura y reducciones de presión con relación a las presiones nominales tienen que estar en conformidad con una Norma reconocida, pero en cada caso la temperatura máxima de operación tiene que ser por lo menos 20°C inferior a la mínima temperatura de deformación bajo carga del material de resina o plástico sin reforzar. La temperatura mínima de deformación bajo carga no tiene que ser inferior a 80°C, véase también la Sección 4, Capítulo 14, Parte 2 de las Reglas.

Cuadro 1.8.1 Límites típicos de temperatura y presión para las tuberías de termoplástico

Material	Presión nominal, bar	Máxima presión de operación admisible, bar						
		-20°C a 0°C	30°C	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C
PVC	10		7,5	6				
	16		12	9	6			
ABS	10	7,5	7,5	7	6			
	16	12	12	10,5	9	7,5	6	
HDPE	10	7,5	6					
	16	12	9,5	6				

Cuadro 1.8.2 Límites típicos de temperatura y presión para tuberías de fibra de vidrio reforzado con resina de epoxi (GRE) y fibra de vidrio reforzada con poliéster (GRP)

Mínima temperatura de deformación bajo carga de la resina	Presión nominal, bar	Presión máxima admisible de operación, bar							
		-50°C a 30°C	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C	90°C	95°C
80°C	10	10	9	7,5	6				
	16	16	14	12	9,5				
	25	16	16	16	15				



100°C	10	10	10	9,5	8,5	7	6		
	16	16	16	15	13,5	11	9,5		
	25	16	16	16	16	16	15		
135°C	10	10	10	10	10	9,5	8	7	6
	16	16	16	16	16	15	13,5	11	9,5
	25	16	16	16	15	16	16	16	15

8.3.7. Cuando se propone el uso de tuberías de plástico en servicios a baja temperatura, un ensayo de la resistencia de diseño tiene que hacerse a una temperatura 10°C inferior a la mínima temperatura de trabajo.

8.3.8. Como orientación, los límites típicos de temperatura y presión se indican en los Cuadros 1.8.1 y 1.8.2. Los Cuadros se refieren solo a servicio de agua.

8.3.9. La selección de los materiales plásticos para las tuberías tiene que tener en cuenta otros factores como la resistencia al impacto, envejecimiento, fatiga, resistencia a la erosión, la absorción de líquidos y la compatibilidad del material de forma que la resistencia de diseño de la tubería no se reduzca por debajo de lo requerido por las Reglas.

8.3.10. Los valores de la resistencia de diseño deben verificarse experimentalmente o mediante una combinación de ensayos y métodos de cálculo.

8.4 Criterios de resistencia al fuego

8.4.1. Cuando las tuberías de plástico se utilizan en los sistemas esenciales para el funcionamiento seguro de la embarcación, o para contener combustibles líquidos o agua de mar donde las fugas o anomalías podrían provocar un fuego o la inundación de compartimentos estancos, las tuberías y los accesorios deben ser de un tipo que haya sido ensayado para la resistencia al fuego, véase también [8.2.3](#).

8.4.2. En caso de que un revestimiento de protección contra el fuego de las tuberías y accesorios sea necesario para el cumplimiento con las normas de resistencia al fuego requeridas, el revestimiento debe ser resistente a los productos que puedan entrar en contacto con las tuberías y ser adecuados para la aplicación prevista.



8.5 Conductividad eléctrica

8.5.1. Cuando se requiere que un sistema de tuberías sea conductor eléctrico para el control de la electricidad estática, la resistencia por unidad de longitud de las tuberías, curvas, codos, piezas ramificadas fabricadas, etc., no tiene que ser superior a $0,1 \text{ M}\Omega / \text{m}$, véase también [8.2.4](#).

8.6 Instalación y construcción

8.6.1. Todas las tuberías tienen que ser soportadas adecuadamente pero sin restricciones. Se tiene que hacer una adecuada previsión para que la expansión y contracción se lleve a cabo sin forzar demasiado las tuberías.

8.6.2. Las tuberías deben unirse mediante acoplamientos mecánicos o por métodos de unión como soldadura, laminado, uniones adhesivas u otros medios aprobados.

8.6.3. Unas juntas mecánicas suficientes se tienen que proporcionar para permitir a las tuberías ser rápidamente extraídas.

8.6.4. El nivel requerido de resistencia al fuego de la tubería tiene que mantenerse en la zona de los soportes de las tuberías, uniones y accesorios, incluyendo estas entre las tuberías metálicas y las de plástico.

8.6.5. Cuando los sistemas de tuberías se disponen para pasar a través de mamparos o cubiertas estancas, se tiene que hacer previsión para mantener la integridad del mamparo o cubierta por medio de piezas del mamparo metálicas. Las piezas del mamparo tienen que protegerse contra la corrosión y construirse de forma que tengan una resistencia equivalente al mamparo intacto. Se tiene que tener en cuenta 8.6.1. Los detalles de las disposiciones tienen que presentarse para su aprobación.

8.6.6. Cuando se requiere que un sistema de tuberías sea conductor eléctricamente, para el control de la electricidad estática, la continuidad tiene que mantenerse a través de las juntas y accesorios, y el sistema tiene que ser conectado a tierra, véase también el punto 1.12, Sección 1, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.



Parte 15, Capítulo 1, Sección 9 Acero inoxidable

9.1 General

9.1.1. Los aceros inoxidables pueden utilizarse para una amplia gama de servicios y son especialmente adecuados para su uso a altas temperaturas. Para orientación sobre el uso de los aceros austeníticos en los sistemas de agua de mar, véase el punto 16.3.4, Sección 16, Capítulo 1, Parte 15 de las Reglas.

9.1.2. El espesor mínimo de las tuberías de acero inoxidable tiene que determinarse a partir de la fórmula dada en 5.1.2 o 5.1.3, Sección 5, Capítulo 1, Parte 15 de las Reglas, utilizando una tolerancia para la corrosión de 0,8 mm. Los valores del 0,2 por ciento de la tensión de prueba y resistencia a la tracción del material para su uso en la fórmula de 5.1.6, Sección 5, Capítulo 1, Parte 15 de las Reglas, se deben obtener del Cuadro 6.5.2 en el Capítulo 6, Parte 2.

9.1.3. Cuando el acero inoxidable se utiliza en sistemas de aceite lubricante y aceite hidráulico, la tolerancia para la corrosión debe ser reducida a 0,3 mm.

9.1.4. En ningún caso el espesor de las tuberías de acero inoxidable tiene que ser inferior al que se muestra en el Cuadro 1.9.1.

Cuadro 1.9.1. Espesor mínimo para tuberías de acero inoxidable

Tamaños estándar de tuberías (diámetro exterior)		Mínimo espesor nominal	
mm		mm	mm
8,0	a	10,0	0,8
12,0	a	20,0	1,0
25,0	a	44,5	1,2
50,0	a	76,1	1,5
88,9	a	108,0	2,0
133,0	a	159,0	2,5
193,7	a	267,0	3,0
273,0	a	457,2	3,5

9.1.5. Las uniones en las tuberías de acero inoxidable deben hacerse mediante cualquiera de las técnicas descritas en los puntos 5.2 a 5.7, Sección 5, Capítulo 1, Parte 15 de las Reglas.



9.1.6. Cuando las tuberías están soldadas, esto preferiblemente debe conseguirse sin la utilización de anillos de soporte, con el fin de eliminar la posibilidad de grietas de corrosión entre el anillo de soporte y la tubería.

Parte 15, Capítulo 1, Sección 12 Requisitos para las válvulas

12.1 General

12.1.1. El diseño, la construcción y la capacidad operativa de las válvulas debe estar en conformidad con una Norma aceptable Nacional o Internacional apropiada para el sistema de tuberías. Cuando las válvulas no están en conformidad con una Norma, los detalles tienen que presentarse para su consideración.

12.1.2. Todas las válvulas deben ser construidas de tal forma que se evite la posibilidad de las tapas o separadores de la válvula se aflojen o se suelten cuando las válvulas son operadas.

12.1.3. Todas las válvulas tienen que disponerse de forma que se cierren con el giro de la mano hacia la derecha (sentido horario) de las ruedas y tienen que ir provistas con indicadores que muestren si están abiertas o cerradas a menos que sea fácilmente evidente.

12.1.4. Las válvulas y llaves tienen que ir provistas con placas legibles, y, a menos que se mencione lo contrario en las Reglas las válvulas y llaves tienen que colocarse en los lugares donde sean en todo momento de fácil acceso.

12.1.5. Los requisitos adicionales para las válvulas del forro exterior figuran en la Sección 3, Capítulo 2, Parte 15 de las Reglas.

12.2 Válvulas con control remoto

12.2.1. Todas las válvulas que se suministran con control remoto tienen que disponerse para el funcionamiento manual, con independencia del mecanismo de accionamiento a distancia.



12.2.2. *En el caso de las válvulas que son requeridas por las Reglas para ser proporcionadas con control remoto, la abertura y/o cierre de las válvulas por medios manuales no tiene que convertir al control remoto en inoperable.*

12.3 Válvulas de asientos elásticos

12.3.1. *Las válvulas, que tengan el aislamiento o los componentes de sellado sensibles al calor, no se deben utilizar en los espacios donde las fugas o fallos causados por el fuego puedan resultar en propagación del fuego, inundaciones o la pérdida de un servicio esencial.*

12.3.2. *En caso de que las válvulas sean del tipo membrana, no son aceptables como válvulas de cierre en el forro exterior.*

12.3.3. *Las válvulas con asientos elásticos no tienen que utilizarse en los espacios de máquinas principales o auxiliares como válvulas de ramas de aspiración o aspiración directa (excepto cuando la válvula se sitúa en las inmediaciones de la bomba y en series con una válvula de no retorno de asiento de metal. La válvula de no retorno tiene que colocarse en el costado principal de la sentina de la válvula de asiento elástico).*

Cuando se usan en otros lugares y en espacios de maquinaria auxiliar con escaso o ningún riesgo de incendio, deben ser de un tipo homologado seguro contra incendios y tiene que utilizarse en combinación con una válvula de retención de asiento de metal.

12.3.4. *Las válvulas de asientos elásticos no son aceptables para utilizarse en las tuberías principales de agua a menos que hayan sido satisfactoriamente ensayadas a prueba de fuego.*

[Parte 15, Capítulo 2, Sección 3 Válvulas del casco y accesorios \(distintas de los imbornales y descargas sanitarias\):](#)



Imagen 10.6 Detalle cofferdam con toma de mar

3.1 Construcción

3.1.1. *Todas las tomas de mar y tuberías de descarga por la borda tienen que ir equipadas con válvulas o llaves fijadas directamente al casco o a cajas de mar fabricadas unidas al casco.*

3.1.2. *Unas piezas de separación de construcción corta y fabricada de un material homologado deben colocarse entre la válvula y el casco. El espesor de tales tuberías tiene que ser equivalente al espesor del casco.*

3.1.3. *Los dispositivos tienen que ser tales que la sección de la tubería inmediatamente a dentro de la embarcación pueda eliminarse sin afectar a la integridad estanca del casco.*

3.1.4. *Las válvulas deben estar en conformidad con los requisitos generales para las válvulas en la Sección 12, Capítulo 1, Parte 15 de las Reglas.*

3.1.5. *Las válvulas del casco tienen que fabricarse a partir de materiales no sensibles al calor y ensayarse de conformidad con los requisitos apropiados de la Parte 2 de las Reglas. Especial consideración se dará a la utilización de otros materiales en las embarcaciones de aluminio o materiales compuestos. Cuando las válvulas son fabricadas a partir de fundición de hierro con grafito esferoidal o*



nodular tienen que producirse en los talleres aprobados por Lloyd's Register (en lo sucesivo, "LR"). La fundición gris no es aceptable.

3.1.6. Las válvulas del casco deben colocarse en posiciones accesibles y tienen que ser capaces de ser operadas desde las posiciones que sean de fácil acceso en el caso de entrada de agua en el compartimiento.

3.1.7. Los volantes de las válvulas y la manija de las llaves tienen que ser adecuadamente retenidas sobre los ejes. Se tienen que proporcionar los medios para indicar si la válvula o llave de paso está abierta o cerrada.

3.1.8. Las dimensiones de las válvulas y asientos de las válvulas equipadas con conexiones para la limpieza con vapor o aire comprimido tienen que ser adecuadas para la presión máxima a la que las válvulas y asientos estarán sometido.

3.1.9. Las válvulas del casco deben ser ensayadas hidráulicamente antes de la instalación de conformidad con la Sección 14, Capítulo 1, Parte 15 de las Reglas.

[Parte 15, Capítulo 2, Sección 11 Tuberías de ventilación, derramamientos y de sondeo](#)

11.1 Tuberías de ventilación

11.1.1. Las tuberías de ventilación tienen que colocarse en todos los tanques, cofferdams, túneles y otros compartimientos que no están equipados con dispositivos de ventilación alternativos.

11.1.2. Las tuberías de ventilación tienen que colocarse en el extremo opuesto del tanque en el que se colocan las tuberías de llenado y/o en la parte más alta. En caso de que la parte superior del tanque se de perfil no usual o irregular, especial consideración se dará al número y posición de las tuberías de ventilación.

11.1.3. Las tuberías de ventilación en los tanques de combustible, aceite lubricante y otros tanques que contengan líquidos inflamables que están colocadas en o pasan a través de compartimientos con alto riesgo de incendio o en una cubierta abierta tienen que ser de acero o de material equivalente.



11.2 Terminación de las tuberías de ventilación

11.2.1. Las tuberías de ventilación de los tanques del doble fondo, tanques profundos que se extiendan hasta el forro exterior del casco, o tanques que puedan ser llenados desde el mar tienen que conducirse por encima de la cubierta estanca. Las tuberías de ventilación en los tanques de combustible, cofferdams y todos los tanques que puedan ser bombeados tienen que ser conducidos hasta la salida.

11.2.2. Las tuberías de ventilación procedentes de los tanques de almacenamiento que contengan aceite lubricante o hidráulico deben terminar en el espacio de máquinas siempre que los extremos abiertos se encuentren situados de tal forma que la emisión de aceite no pueda entrar en contacto con equipo eléctrico o superficies calientes.

11.2.3. Los extremos abiertos de las tuberías de ventilación tienen que colocarse donde no haya peligro de incurrir en la emisión de vapor de aceite cuando el tanque se está llenando.

11.2.4. La ubicación y disposición de las tuberías de ventilación para los tanques del servicio de combustible, sedimentos y aceite lubricante tiene que ser tal para que en el caso de la rotura de una tubería de ventilación, esto no conduzca directamente al riesgo de la entrada de agua de mar o agua de lluvia.

11.3 Diafragmas

11.3.1. Los extremos abiertos de las tuberías de ventilación en los tanques de combustible tienen que ir equipados con diafragmas de un material resistente a la corrosión que puedan ser fácilmente extraíbles para la limpieza o la renovación.

11.3.2. Cuando los diafragmas se colocan en las aberturas de las tuberías de ventilación, la zona de la abertura a través del diafragma no tiene que ser inferior al área de sección transversal requerida para la tubería, véase [11.6](#).

11.4 Dispositivos de cierre de tuberías de ventilación

11.4.1. Los dispositivos de cierre colocados en las tuberías de ventilación de los tanques tienen que ser del tipo de apertura automática que permitan el libre paso



de aire y líquido para evitar que los tanques se sometan a una presión o vacío mayor para la que han sido diseñados, véase también el punto 12.3, Sección 12, Capítulo 4, Parte 3 de las Reglas.

11.4.2. Los dispositivos de cierre de las tuberías de ventilación tienen que ser de un tipo aceptado por LR y tienen que ensayarse de conformidad con una Norma Nacional o Internacional reconocida por LR. El caudal característico del dispositivo de cierre tiene que determinarse utilizando agua, véase 11.6.1.

11.4.3. Los tapones de madera y otros dispositivos que pueden ser fijados cerrados no deben colocarse en las salidas.

11.5 Chapa de identificación

11.5.1. Las placas de identificación tienen que colocarse en los extremos superiores de todas las tuberías de ventilación y sondeo.

11.6 Tamaño de las tuberías de ventilación

11.6.1. Por cada depósito que puede ser llenado por las bombas de a bordo, el área total de la sección transversal de las tuberías de ventilación y los dispositivos de cierre de la tubería de ventilación tiene que ser tal que cuando el tanque está desbordando a la máxima capacidad de bombeo posible para el tanque, no esté sujeto a una presión mayor que aquella para la que ha sido diseñado.

11.6.2. En todos los casos, tanto si el tanque es llenado por las bombas de abordó o por otros medios, el área total de sección transversal de las tuberías no tiene que ser inferior a un 25 por ciento más que el área efectiva de la respectiva tubería de llenado.

11.6.3. Las tuberías de ventilación generalmente no tienen que ser de un diámetro inferior a 38 mm. En el caso que pequeños tanques de llenado por gravedad se aceptarían diámetros más pequeños de tuberías pero en ningún caso el diámetro tiene que ser inferior a 25 mm.

11.7 Tuberías de rebose



11.7.1. *Para todos los tanques que pueden ser llenados, las tuberías de reboses se tienen que colocar en donde:*

(a). *El área total de sección transversal de las tuberías de ventilación es menor de la requerida por [11.6](#).*

(b). *La carga de presión correspondiente a la altura de la tubería de ventilación es mayor que para la que se ha diseñado el tanque.*

11.7.2. *En el caso de los tanques de combustible, tanques de aceite lubricante y otros depósitos que contengan líquidos inflamables, la tubería de rebose tiene que dirigirse a un tanque de rebose de una capacidad adecuada o a un tanque de almacenamiento que tenga un espacio reservado para fines de reboses. Los medios adecuados se tienen que proporcionar para indicar cuándo se está produciendo desbordamiento.*

11.7.3. *Las tuberías de reboses tienen que ser autodrenantes bajo condiciones normales de trimado.*

11.7.4. *Cuando se proporcionan mirillas para ver el desbordamiento, tienen que estar en una línea de goteo vertical y diseñarse de tal forma que el aceite no afecte al cristal. El cristal tiene que ser de una calidad resistente al calor y estar bien protegido contra daños mecánicos. Las mirillas para ver el desbordamiento no se permiten en los sistemas de combustible para las embarcaciones que tienen que cumplir con el Código HSC.*

11.8 Sistemas combinados de ventilación y desbordamiento

11.8.1. *En caso de que un sistema combinado de ventilación y desbordamiento esté colocado, la disposición tiene que ser tal para que en el caso de que un tanque se inunde, los otros tanques no puedan inundarse de agua de mar a través de las tuberías combinadas de ventilación y la tubería principal de rebose. Para este fin, normalmente será necesario conducir la tubería de rebose hasta un punto por encima de la línea de flotación en la máxima condición de daño prevista.*



11.8.2. *En caso de que se proporcione un colector de desbordamiento común, el colector tiene que ser de tal tamaño como para permitir a dos tanques conectados a este colector de acumular simultáneamente.*

11.9 Dispositivos de sondeo

11.9.1. *Se tiene que hacer previsión para sondar todos los tanques y las sentinas de los compartimientos que no sean accesibles en todo momento. Los sondeos tienen que tomarse lo más cerca posible de las tuberías de aspiración.*

11.9.2. *Los dispositivos de sonda de un tipo aprobado (es decir, medición del nivel o dispositivo de lectura del nivel a distancia) pueden utilizarse en lugar de las tuberías de sondeo.*

11.9.3. *Las sentinas de los compartimientos que no sean en todo momento de fácil acceso se proporcionarán con sondas.*

11.9.4. *Cuando estén instaladas, las tuberías de sondeo tienen que ser lo más rectas posible, y si son curvadas para adaptarse a la estructura de la embarcación, la curvatura tiene que ser suficientemente simple para permitir el rápido acceso de la barra o cadena de medición.*

11.9.5. *Unas placas de golpeteos de un espesor y tamaño adecuado tienen que colocarse bajo los extremos abiertos de las tuberías de sondeo.*

11.9.6. *Cuando se emplean tuberías de sondeo con ranuras que tienen extremos cerrados, los tapones de cierre tienen que ser de construcción sólida.*

11.9.7. *Las tuberías de sondeo tienen que ser de un diámetro inferior a 32 mm.*

11.10 Terminación de las tuberías de sondeo

11.10.1. *Salvo en los casos autorizados por el punto 11.11, Sección 11, Capítulo 2, Parte 15 de las Reglas, las tuberías de sondeo tienen que ser conducidas a posiciones por encima de la cubierta resistente, tienen que estar en todo momento accesibles y en el caso de los tanques de combustible, tanques de carga de aceite y tanques de aceite lubricante, las tuberías de sondeo tienen que conducirse a posiciones seguras en la cubierta abierta.*



11.13 Dispositivos de sondeo para aceite combustible, aceite lubricante y líquidos inflamables

11.13.1. Se tienen que proporcionar medios seguros eficaces para conocer la cantidad de aceite en cualquier tanque de almacenamiento.

11.13.2. Para los aceites combustibles

Es, aceite lubricante y otros líquidos inflamables, unos dispositivos de sondeo cerrados son preferibles. Los detalles de diseño de estos dispositivos se han de presentar y tienen que ensayarse después de su colocación a bordo, de conformidad con los inspectores.

11.13.3. Si los dispositivos de sondeo cerrados están colocados, el fallo del dispositivo o sobre llenado del tanque no tiene que resultar en la descarga del contenido del tanque. En las embarcaciones de pasajeros y yates con una notación Yate (P), tales medios no tienen que exigir la penetración por debajo de la parte superior del tanque.

11.13.4. Cuando se usan tuberías de sondeo no tienen que terminar en cualquier espacio donde el riesgo de inflamación o derrame de las tuberías de sondeo pueda surgir. En particular, no tienen que terminar en los espacios públicos o de alojamiento de la tripulación. Además para los tanques de aceite combustible no tienen que terminar en los espacio de máquinas. Las terminaciones se tienen que equipar con unos medios adecuados de cierre y de previsión para evitar el derrame durante las operaciones de reabastecimiento/recarga.

11.13.5. Cuando se utilizan mirillas de indicación tienen que ser de un tipo plano de calidad resistente al calor, adecuadamente protegidas de daños mecánicos y equipadas con válvulas de cierre automático en los extremos inferiores y en los extremos superiores si estos están conectados a los tanques por debajo del máximo nivel de líquido.

11.13.6. En los yates y embarcaciones de servicio que no están obligados a cumplir con el Código HSC, deben colocarse unas tuberías cortas de sondeo que se extiendan a posiciones bien iluminadas y fácilmente accesibles por encima de



la plataforma en los espacios de máquinas y túneles. Las tuberías de sondeo tienen que equiparse con llaves que tengan tapones en paralelo con manijas permanentemente fijadas localizadas de tal forma, o ser liberadas, que puedan cerrar automáticamente a las llaves.

Parte 15, Capítulo 3, Sección 6 Sistemas de aceite lubricante/hidráulico

6.1 Dispositivos de aceite lubricante

6.1.2. Los tanques que contengan aceite lubricante situado en las principales zonas de riesgo de incendio deben ser de acero o de otro material equivalente.

6.3 Dispositivos de reserva de aceite lubricante / hidráulico

6.3.1. Cuando el aceite lubricante para el motor(es) principal(es) se distribuye bajo presión, una bomba de aceite lubricante de reserva se tiene que proporcionar cuando las siguientes condiciones apliquen:

(a). La bomba de aceite lubricante es independiente y potencia total de salida del motor(es) principal(es) supera los 500 kW.

(b). Uno de los motores principales con su propia bomba está instalado y la potencia de salida del motor es superior a 500 kW.

(c). Más de un motor cada uno con su propia bomba de aceite lubricante está colocado y la potencia de salida de cada motor es superior a 500 kW.

6.3.2. La bomba de reserva tiene que tener una capacidad suficiente para mantener el suministro de aceite en condiciones normales con una bomba cualquiera fuera de servicio. La bomba tiene que estar conectada y lista para su uso inmediato, excepto cuando las condiciones a las que se refiere el punto 6.3.1 (c) aplican, entonces una bomba de repuesto puede ser aceptada. En todos los casos, la adecuada lubricación de los motores tiene que garantizarse durante el arranque y las maniobras.

6.3.4. Independientemente las bombas de tipo rotativo deben equiparse con una válvula de no retorno en el lado descarga de la bomba.

6.4 Contaminación del aceite lubricante



6.4.1. Los materiales utilizados en el almacenamiento y la distribución del aceite lubricante deben seleccionarse de forma que no introduzcan o modifiquen las propiedades del aceite. No se permite la utilización de cadmio o zinc en sistemas de aceite lubricante cuando estos puedan entrar en contacto con el aceite.

6.4.2. Los arreglos se tienen que hacer para cada sistema de lubricación forzada, sistema de renovación, tanques preparados para utilizarse y sus líneas de drenaje asociadas para nivelarse después de la instalación del sistema y antes de la puesta en marcha de la maquinaria. Los dispositivos de nivelación tienen que estar en conformidad con las instrucciones y recomendaciones del fabricante de los equipos.

6.4.3. El diseño y la construcción del motor y los dispositivos de las tuberías de la caja de engranajes tienen que evitar, en la medida de lo posible, la contaminación de los sistemas de aceite lubricante del motor por fugas de agua de refrigeración o de agua de sentina en donde los motores o las cajas de engranajes estén parcialmente instalados por debajo de la plataforma inferior.

6.4.4. Cuando se proporcionan tuberías de llenado de aceite lubricante y tapas para los motores y otra maquinaria, se tiene que tener que hacer previsión para que el aceite de relleno pase a través de un filtro. Las tapas deben ser capaces de ser fijadas en la posición cerrada.

6.4.5. Se tienen que colocar los puntos de muestreo de forma que se permita tomar las muestras de aceite lubricante de manera segura. Los dispositivos de muestreo tienen que tener la capacidad de proporcionar muestras cuando la maquinaria está en funcionamiento y tienen que ir equipados con válvulas y llaves de paso del tipo de cierre automático y estar localizadas en posiciones tan lejos como sea posible de cualquier superficie caliente o equipo eléctrico.

[Parte 15, Capítulo 3, Sección 7 Sistemas de agua de refrigeración del motor](#)

7.1 Generalidades



7.1.1. Los dispositivos de refrigeración proporcionados tienen que ser suficientes para mantener todas las temperaturas de los fluidos lubricantes y hidráulicos dentro de los límites recomendados por el fabricante.

7.2 Suministro principal

7.2.1. Se tiene que hacer previsión para un adecuado suministro de agua de refrigeración a la maquinaria propulsora y motores auxiliares esenciales, también a los enfriadores del aceite lubricante y de agua dulce y enfriadores de aire para las máquinas propulsoras eléctricas, donde estén instalados estos refrigeradores. La bomba(s) de agua de refrigeración debe ser accionada por los motores o accionadas independientemente.

7.3 Suministro de reserva

7.3.1. También se tiene que hacer previsión para el suministro separado de agua de refrigeración desde una bomba adecuada independiente de capacidad adecuada.

7.3.2. Las siguientes disposiciones son aceptables en función de la finalidad para la que el agua de refrigeración se destina:

(a). Cuando solo un motor principal este instalado, la bomba de reserva tiene que estar conectada lista para su utilización inmediata.

(b). Cuando más de un motor principal está instalado, cada uno con su propia bomba, una bomba de repuesto completa de cada tipo puede aceptarse.

(c). Cuando se utilice agua dulce de refrigeración para los motores principales y/o auxiliares, no es necesario instalar una bomba de agua dulce de reserva si existen unas adecuadas conexiones de emergencia desde un sistema de agua de mar.

(d). Cuando cada motor auxiliar está equipado con una bomba de agua de refrigeración, no es necesario proporcionar medios de refrigeración de reserva. Sin embargo, cuando un grupo de motores auxiliares es abastecido con agua de refrigeración procedente de un sistema común, una bomba de agua de refrigeración de reserva se tiene que proporcionar para este sistema.



Esta bomba tiene que estar conectada lista para su uso inmediato y debe ser una adecuada bomba de servicio general.

7.4 Selección de las bombas de reserva

7.4.1. Cuando se selecciona una bomba para fines de reserva, se tiene que tener en cuenta la presión máxima que puede desarrollar si la válvula de descarga por la borda está parcial o totalmente cerrada. Cuando sea necesario, las cajas de agua etc. Se tienen que proteger contra la sobrepresión no prevista mediante un dispositivo aprobado.

7.5 Válvulas de escape en las bombas principales de agua de refrigeración

7.5.1. Cuando las bombas de agua de refrigeración puedan desarrollar una presión mayor que la presión de diseño del sistema, tienen que ir equipadas con válvulas de escape en la descarga de la bomba para limitar de manera eficaz la presión de descarga de la bomba a la presión de diseño del sistema.

7.6 Tomas de mar

7.6.1. Se tienen que proporcionar no menos de dos tomas de mar para las bombas abasteciendo al sistema de agua de refrigeración, una para la bomba principal y otra para la bomba de reserva. Alternativamente, las tomas de mar pueden conectarse a la línea de aspiración a disposición de las bombas principales y de reserva.

7.6.2. Cuando las bombas de reserva no están conectadas listas para su uso inmediato (ver el punto 7.3.2 (b) y (d)), la bomba principal tiene que conectarse a ambas tomas de mar.

7.6.3. Las tomas auxiliares de agua de mar de refrigeración tienen que ubicarse una en cada costado de la embarcación.

7.7 Filtros

7.7.1. Cuando el agua de mar se utiliza para la refrigeración directa de los motores principales, motores y motores auxiliares esenciales, las tuberías de



aspiración del agua de refrigeración tienen que ir equipadas con filtros que puedan ser limpiados sin interrupción del suministro del agua de refrigeración.

10.2.6 Sistemas de achique y de drenaje

[Parte 15, Capítulo 2, Sección 4 Instalaciones de achique y sistemas de drenaje](#)

4.1 Generalidades

4.1.1. Se tienen que hacer las disposiciones necesarias para el drenaje de los compartimientos estancos que no sean los destinados al almacenamiento permanente de fluidos. En caso de que el drenaje no se considere necesario, los dispositivos de drenaje pueden omitirse siempre que la seguridad de la embarcación no se vea afectada.

4.1.2. Los dispositivos de bombeo tienen que proporcionarse con conductos de aspiración y medios de drenaje dispuestos de tal modo que el agua dentro de cualquier compartimiento estanco de la embarcación o cualquier sección estanca de cualquier compartimiento, pueda ser bombeada fuera a través de al menos una aspiración en todas las condiciones posibles de escoras y trimados en la máxima condición de daño supuesta.

4.1.3. El sistema de achique tiene que diseñarse para evitar que el agua pase de un compartimiento a otro.

4.1.4. Las válvulas necesarias para controlar los conductos de aspiración de sentina deberán ser capaces de ser operadas desde la cubierta.

4.1.5. Cuando un achique principal no está colocado y un compartimiento está servido por una bomba sumergible fija de conformidad con la Sección 10, entonces unos medios de emergencia adicionales de bombeo fuera del compartimiento tienen que proporcionarse, véase la Sección 6, Capítulo 2, Parte 15 de las Reglas.

4.1.6. Los pequeños compartimentos pueden ser drenados por los conductos de bombas manuales.



4.1.7. *La integridad de los mamparos estancos no tiene que verse afectada por la instalación de imbornales que descarguen en los espacios de máquinas o túneles desde los compartimientos adyacentes situados por debajo de la cubierta estanca más alta.*

4.1.8. *Cualquier espacio no atendido para el que se requieren dispositivos de bombeo de achique tiene que ir equipado con una alarma de nivel de sentina.*

4.1.9. *Cuando se tiene la intención de transportar líquidos inflamables o tóxicos en los espacios cerrados, el sistema de achique deberá estar diseñado para evitar el bombeo de tales líquidos a través de las tuberías y bombas en los espacios de máquinas u otros espacios en los que pueda existir una fuente de ignición.*

[Parte 15, Capítulo 2, Sección 5 Desagüe de sentina de los espacios de máquinas con un motor de propulsión](#)

5.1 Generalidades

5.1.1. *Los dispositivos de desagüe de la sentina tienen que cumplir con la Sección 4, salvo que los dispositivos tienen que ser tales para que el agua que pueda entrar en este compartimento pueda ser bombeada fuera a través de al menos dos conductos de aspiración de sentina bajo todas las condiciones posibles de escora y trimado en la condición de máximo daño.*

5.1.2. *Cuando un achique principal está colocado, uno de los conductos de aspiración a los que se refiere el punto 5.1.1 tiene que ser una rama de succión de sentina es decir, una aspiración conectada al colector de achique principal. La segunda aspiración de sentina tiene que ser una aspiración de sentina directa tal como se detalla en el punto 8.6, Sección 8, Capítulo 2, Parte 15 de las Reglas.*

5.1.3. *En caso de que un achique principal no esté instalado, la rama de aspiración de sentina a la que se hace referencia en 5.1.2 podrá sustituirse por una aspiración de una bomba de achique sumergible. La segunda aspiración de sentina tiene que ser una segunda bomba de achique sumergible o una aspiración directa de sentina tal como se detalla en el punto 8.6, Sección 8, Capítulo 2, Parte 15 de las Reglas.*



5.1.4. Los dispositivos de achique de sentinas de emergencia detallados en la Sección 6 se tienen que proporcionar cuando 5.1.2 o 5.1.3 apliquen.

5.2 Aspiraciones de sentina adicionales

5.2.1. Las aspiraciones de sentina adicionales pueden ser necesarias para el drenaje de pozos u otros recesos.

Parte 15, Capítulo 2, Sección 6 Achique de sentina de emergencia

6.1 Achique de sentina de emergencia

6.1.1. En los espacios de máquinas el achique de sentina de emergencia requerido por los puntos 4.1.5 Sección 4 y 5.1.4 Sección 5, del Capítulo 2, Parte 15 de las Reglas tiene que conducirse hasta la bomba de motor más grande disponible, que no sea una bomba de sentina, propulsión o de aceite, desde una nivel bajo adecuado en el espacio de máquinas y tiene que equiparse con una válvula de retención de tornillo con amplio husillo y volante situado por encima del revestimiento del suelo.

6.1.2. Como alternativa a 6.1.1, o en los compartimientos que no sean los espacios de máquinas, los dispositivos de achique de sentina de emergencia deben ir provistos que una bomba autoalimentada portátil sumergible de capacidad no inferior a la exigida por el punto 8.3.5, Sección 8, Capítulo 2, Parte 15 de las Reglas.

6.1.3. La bomba indicada en 6.1.2, junto con sus aspiraciones y mangueras de suministro tiene que ser almacenada en un compartimiento con llave con la indicación "solo para uso de emergencia" y tiene que estar disponible para su utilización inmediata. Los dispositivos para facilitar el manejo seguro bajo condiciones adversas se tienen que proporcionar. Si la bomba es eléctrica tiene que abastecerse del cuadro de emergencia.

Parte 15, Capítulo 2, Sección 7 Tamaño de las tuberías de aspiración de sentina

7.1 Sentina principal



7.1.1. Cuando un achique principal está instalado, su diámetro interior d_m no tiene que ser inferior al requerido por la siguiente fórmula:

$$d_m = 1,68\sqrt{L(B + D)} + 25 \text{ mm}$$

El diámetro interior real de la sentina principal podrá redondearse al número entero más cercano de tamaño de tubería de una norma reconocida, pero d_m en ningún caso podrá ser inferior a 50 mm.

7.2 Subdivisiones de conductos de aspiración de sentina

7.2.1. El diámetro d_b de las tuberías de subdivisión de aspiración de sentina no tiene que ser inferior al requerido por la siguiente fórmula:

$$d_b = 2,15\sqrt{C(B + D)} + 12,5 \text{ mm}$$

El diámetro interno real de las tuberías de la subdivisión de aspiración de sentina puede redondearse hasta el tamaño más cercano de una tubería de una norma reconocida, pero d_b en ningún caso podrá ser inferior a 25 mm.

Parte 15, Capítulo 2, Sección 8 Bombas en el servicio de achique:

8.1 Número de bombas

8.1.1. Para las embarcaciones provistas de una sentina principal, por lo menos dos unidades de bombas de sentina se tienen que proporcionar. Una de estas unidades puede ser accionada desde los motores principales y la otra tiene que ser accionada independiente.

8.1.2. Cada unidad puede consistir en una o más bombas conectadas a la línea principal de achique, siempre que su capacidad combinada no sea inferior a la exigida por 8.3.2.

8.1.3. Un eyector de sentina en combinación con una bomba de agua de mar de alta presión puede ser aceptado como un sustituto a una bomba de achique independiente como se requiere en 8.1.1.

8.1.4. Para las embarcaciones provistas de bombas de achique sumergibles fijas, una bomba tiene que proporcionarse para cada compartimiento estanco.



8.1.5. Para los requisitos del bombeo de sentinas para embarcaciones multicasco, ver la Sección 12, Capítulo 2, Parte 15 de las Reglas.

8.2 Bombas de servicios generales

8.2.1. Las unidades de achique de sentina o bombas requeridas por 8.1 pueden utilizarse también para servicios de lastre, de incendio o servicios generales de una naturaleza intermitente, pero no para el bombeo de combustible u otros líquidos inflamables. Estas bombas tienen que estar inmediatamente disponibles para el servicio de sentina cuando se requiera. Para el uso de unidades de achique de sentina para los servicios de extinción de incendios, véase la Parte 17 de las Reglas.

8.3 Capacidad de las bombas

8.3.1. Cada unidad de achique de sentina tiene que conectarse al colector principal de sentina y tiene que ser capaz de dar una velocidad de agua a través del tamaño de las Reglas del colector principal de no menos de 2 m / s.

8.3.2. Para lograr la velocidad de flujo requerida por 8.3.1, la capacidad Q de cada unidad de achique o bomba de sentina no tiene que ser menor que la requerida por la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{5,75}{10^3} dm^2 m^3 / hora$$

8.3.3. Cuando una unidad de achique de sentina es de poco menos de la capacidad de las Reglas, la deficiencia puede ser reparada mediante un exceso de capacidad de otra unidad. En general, la deficiencia tiene que limitarse al 30 por ciento.

8.3.4. Cuando las bombas de achique sumergibles fijas están instaladas, la capacidad total Q_t de las bombas no tiene que ser inferior a la requerida por la siguiente fórmula:

$$Q_t = \frac{13,8}{10^3} dm^2 m^3 / hora$$

8.3.5. La capacidad Q_n de cada bomba de achique sumergible no tiene que ser inferior a la requerida por la siguiente fórmula:



$$Q_n = \frac{Q_t}{(N-1)} \text{ m}^3/\text{hora}$$

8.4 Bombas de auto cebado

8.4.1. *Todas las bombas de motor que son esenciales para los servicios de sentina tienen que ser del tipo auto-cebado, a menos que un sistema central de cebado se proporcione para estas bombas.*

8.5 Conexiones de las bombas

8.5.1. *Las conexiones en las bombas de achique tienen que ser tales para que una unidad pueda continuar en funcionamiento cuando la otra unidad se abre para revisión.*

8.5.2. *Las bombas necesarias para los servicios esenciales no tienen que conectarse a una aspiración común o tubería o caja de descarga a menos que los dispositivos sean tales que la bomba en funcionamiento de todas las bombas conectadas no se vea afectada por las otras bombas en funcionamiento al mismo tiempo.*

8.6 Aspiraciones directas de sentina

8.6.1. *La aspiración directa de sentina en el espacio de máquinas requerida por el punto 5.1.2 y contemplada en 5.1.3, Sección 5, Capítulo 2, Parte 15 de las Reglas tiene que conducirse a una bomba de motor independiente, y los dispositivos tienen que ser tales para que la aspiración directa pueda utilizarse independientemente de la línea de aspiración de la sentina principal.*

8.6.2. *La aspiración directa de sentina del espacio de máquinas no tiene que ser de un diámetro menor al requerido para la subdivisión de la aspiración de sentina del espacio de máquinas y disponerse tal como se detalla en 8.6.1.*

[Parte 15, Capítulo 2, Sección 9 Dispositivos y materiales de la sentina principal](#)

9.1 General

9.1.1. *Los dispositivos de las tuberías principales de sentina, subdivisiones de aspiraciones de sentina y de descarga por la borda dentro del espacio de máquinas tienen que ser de acero o de otro material equivalente.*



9.1.3. *Las tuberías de achique deben ser montadas a bordo de tal forma que en caso del máxima daño supuesto las tuberías permanezcan intactas.*

9.2 *Prevención del contacto entre los compartimentos*

9.2.1. *La distribución de las válvulas, llaves y sus conexiones debe ser tal que se evite la posibilidad de que un compartimiento entre en contacto con otro, o que los espacios de carga seca, espacios de máquinas u otros compartimentos secos entren en contacto con el mar o con tanques. Con este fin, se tienen que colocar unas válvulas de no retorno de tornillo en los siguientes accesorios:*

- *Cajas de distribución de válvulas de achique.*
- *Conexiones de mangueras de aspiración de achique, ya sean colocadas directamente a la bomba o en la línea principal de achique.*
- *Aspiraciones directas de achique y conexiones de bombas de achique a la línea principal de achique.*

9.3 *Aislamiento del sistema de achique*

9.3.1. *Las tuberías de aspiración de achique tienen que estar totalmente separadas de las tuberías de entrada de agua de mar o de las tuberías que puedan ser utilizadas para el llenado o vaciado de los espacios donde se transporte agua o aceite.*

9.4 *Filtros de aspiración de sentina*

9.4.1. *Los extremos abiertos de los conductos de aspiración de sentina deberán estar encerrados en cajas perforadas que tengan perforaciones de no más de 10 mm de diámetro, cuya área combinada no sea inferior a dos veces la requerida para la tubería de aspiración. Las cajas tienen que ser construidas de forma que puedan desobstruirse sin romper cualquier unión de la tubería de succión.*

10.2.7 Planta de presión:

[Parte 15, Capítulo 4, Sección 1 Requisitos generales](#)

1.3 *Materiales*



1.3.2. La resistencia a la tracción mínima específica de las chapas, tuberías, forjados y fundiciones de acero al carbono y al carbono-manganeso, tiene que estar dentro de los siguientes límites:

(a). Recipientes a presión sin costuras y de la Clase 1 y Clase 2/1 soldados a fusión:

340 a 520 N/mm².

(b). Para recipientes a presión de Clase 2/2 y Clase 3 soldados a fusión:

340 a 430 N/mm².

1.3.3. Cuando se propone utilizar materiales distintos de los especificados en la Parte 2 de las Reglas, los detalles de la composición química, tratamiento térmico y propiedades mecánicas se deben presentar para su aprobación. En tales casos, los valores de las propiedades mecánicas utilizados para obtener la tensión permisible tienen que estar sujetos al acuerdo de Lloyd's Register (en lo sucesivo denominado "LR").

1.4 Clasificación de los recipientes a presión soldados por fusión

1.4.1. Los recipientes a presión soldados por fusión se clasifican como Clase 1, cuando el espesor del depósito es superior a 38 mm.

1.4.2. Los recipientes a presión soldados por fusión se clasifican como Clase 2/1 y Clase 2/2 si se ajustan a las siguientes condiciones:

(a). La presión de diseño es superior a 17,2 bar, o

(b). La temperatura del metal es superior a 150°C, o

(c). La presión de diseño, en bar, multiplicada por el espesor del depósito, en mm es superior a 157, o

(d). El espesor del depósito no es superior a 38 mm.

1.4.3. A efectos del Reglamento, los recipientes a presión de Clase 3 tienen que tener un espesor mínimo de depósito de 16 mm, y ser recipientes a presión no incluidos en las Clases 1, 2/1 o 2/2.



1.5 Presión de diseño

1.5.1. La presión de diseño es la presión de trabajo máxima admisible y no debe ser menor que la mayor presión fijada de cualquier válvula de seguridad.

1.6 Temperatura del metal

1.6.1. La temperatura del metal, T , utilizada para evaluar la tensión admisible, σ , debe tomarse como la temperatura media de la pared del metal bajo condiciones de funcionamiento para la parte de presión en cuestión, y tiene que notificarse por el fabricante cuando los planos de las partes a presión deben presentarse para su consideración.

1.6.2. Para los recipientes a presión soldados por fusión la mínima temperatura de diseño, T , no tiene que ser inferior a 50°C.

1.8 Tensión admisible

1.8.1. El término "tensión admisible", σ , es la tensión a utilizar para el cálculo de las dimensiones de las partes a presión.

1.8.2. La tensión admisible, σ , debe ser el más bajo de los siguientes valores:

$$\sigma = \frac{E_t}{1,5}$$

$$\sigma = \frac{R_{20}}{2,7}$$

$$\sigma = \frac{S_R}{1,5}$$

1.8.3. La tensión admisible para piezas de acero de fundición debe tomarse como el 80 por ciento del valor determinado por el método indicado en 1.8.2, utilizando los valores apropiados para el acero de fundición.

1.9 Factores de la unión

1.9.1. Los siguientes factores de la unión deben utilizarse en las ecuaciones de las Secciones 2 a la 6, Capítulo 4, Parte 15 de las Reglas, en su caso. Las partes



a presión soldadas por fusión deben fabricarse de conformidad con la Sección 8, Capítulo 4, Parte 15 de las Reglas.

Clase de recipiente a presión	Factor de la unión
Clase 1	1,0
Clase 2 / 1	0,85
Clase 2 / 2	0,75
Clase 3	0,6

1.9.2. Las uniones longitudinales para todas las Clases de recipientes tienen que ser uniones a tope. Las uniones circulares para los recipientes de la Clase 1 y todas las clases de recipientes para la producción y almacenamiento del vapor también deben ser soldaduras a tope. Las uniones circulares para los recipientes de las Clases 2/1, 2/2 y 3 también deben ser uniones a tope con las siguientes excepciones:

(a). Las uniones circulares para los recipientes de las Clases 2/1, 2/2 y 3 deben ser del tipo de reborde siempre que ninguna chapa en las uniones exceda de 16 mm de espesor.

(b). Las uniones circulares para los recipientes de las Clases 3 deben ser del tipo a solape siempre que ninguna chapa en la unión supere los 16 mm de espesor ni el diámetro interno del recipiente supere los 610 mm.

Para los métodos típicos aceptables para unir los fondos bombeados, véase la Fig. 4.6.1, Sección 6, Capítulo 4, Parte 15 de las Reglas.

Parte 15, Capítulo 4, Sección 2 Depósitos cilíndricos sometidos a presión interna

2.1 Espesor mínimo

2.1.1. El espesor mínimo, t , de un depósito cilíndrico se determinará por la siguiente fórmula:

$$t = \frac{pR_i}{10\sigma J - 0,5p} + 0,75 \text{ mm}$$



Donde

t, p, R_i y σ se definen en el punto 1.7, Sección 1, Capítulo 4, Parte 15 de las Reglas.

J = el factor de unión de las uniones longitudinales (expresado como una fracción), véase el punto 1.9.1, Sección 1, Capítulo 4, Parte 15 de las Reglas. En el caso de depósitos sin costuras libres de aberturas, J = 1,0

2.1.2. La fórmula en el punto 2.1.1 es aplicable únicamente cuando el espesor resultante no supere la mitad del radio interior, es decir, cuando R_o no sea superior a 1,5R_i.

2.1.3. Para recipientes a presión soldados por fusión, t, no tiene que ser inferior a 3+(D_i/1500) mm donde D_i se define en el punto 1.7, Sección 1, Capítulo 4, Parte 15 de las Reglas.

2.1.4. El espesor mínimo de los recipientes fabricados de aceros resistentes a la corrosión será objeto de especial consideración.

2.2 Aberturas no reforzadas

2.2.1. El diámetro máximo, d, de cualquier abertura aislada no reforzada tiene que determinarse mediante la siguiente fórmula:

$$d = 8,08[D_o t(1 - K)]^{1/3} \text{ mm}$$

El valor de K a utilizar se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$K = \frac{pD_o}{18,2\sigma t} \text{ pero no debe tomarse mayor de } 0,99$$

dónde

p, D_o y σ se definen en el punto 1.7, Sección 1, Capítulo 4, Parte 15 de las Reglas.

2.2.2. Para los orificios de forma ovalada o elíptica, d, a los efectos de 2.2.1, se refiere al eje mayor, cuando este se encuentra en el longitudinal o la media de los ejes mayor y menor cuando el menor se encuentra en el eje longitudinal.



2.2.3. Las aberturas no reforzadas no tiene que ser superior a 200 mm de diámetro.

2.2.4. Los orificios pueden considerarse aislados si la distancia central entre dos orificios en el eje longitudinal no es inferior a:

$$d + 1,1\sqrt{Dt} \text{ con un mínimo de } 5d$$

En caso de que la distancia central sea menor que la obtenida de esta forma, los orificios tienen que estar completamente compensados.

2.3 Aberturas reforzadas

2.3.1. Las aberturas mayores que las permitidas por 2.2 tienen que compensarse de conformidad con la [fig. 4.2.1 \(a\) o \(b\)](#).

NOTA

σ_p , σ_r y σ_w no deben tomarse mayores a σ .

2.3.2. Para los orificios elípticos u ovalados, la dimensión en el meridiano del depósito tiene que utilizarse para d_o en 2.3.1.

2.3.3. Las soldaduras que fijan tubos verticales y chapas de refuerzo al depósito tienen que ser de un tamaño suficiente para transmitir toda la resistencia de las zonas de refuerzo y todas las otras cargas a las que puedan.

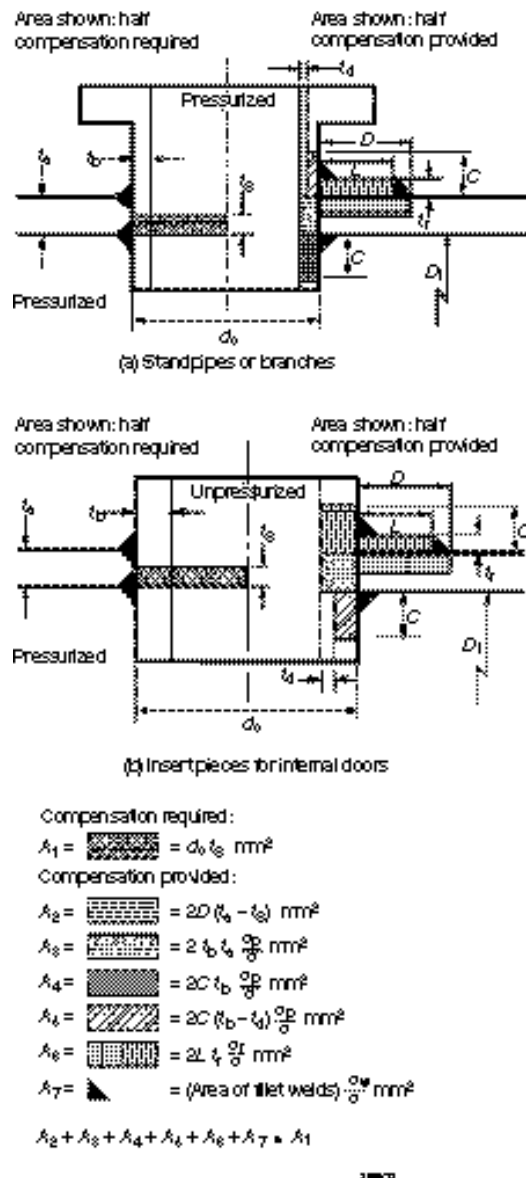


Figura 4.2.1 Compensación para tubos verticales soldados o ramas en depósitos cilíndricos

Parte 15, Capítulo 4, Sección 3 Depósitos esféricos sujetos a presión interna

3.1 Espesor mínimo

3.1.1. El espesor mínimo, t , de un depósito esférico tiene que determinarse mediante la siguiente fórmula:

$$t = \frac{pR_i}{20\sigma_j - 0,5p} + 0,75 \text{ mm}$$

dónde



t, p, R_i, σ y J se definen en el punto 1.7, Sección 1, Capítulo 4, Parte 15 de las Reglas.

3.1.2. La fórmula del punto 3.1.1, es aplicable únicamente cuando el espesor resultante no supere la mitad del radio interior.

3.1.3. Independientemente del espesor determinado por la fórmula en el apartado 3.1.1, t no tiene que ser inferior a $D_i/1500 + 3$ mm para otros depósitos a presión, donde D_i se define en el punto 1.7, Sección 1, Capítulo 4, Parte 15 de las Reglas.

3.1.4. El espesor mínimo permitido para los recipientes fabricados en aceros resistentes a la corrosión estará sujeto a una consideración especial.

3.1.5. Las aberturas de los depósitos esféricos que requieran compensación tienen que cumplir, en general, con el punto 2.3, Sección 2, Capítulo 4, Parte 15 de las Reglas, utilizando los espesores calculados y reales del depósito esférico, según proceda.

[Parte 15, Capítulo 4, Sección 4 Fondos bombeados sujetos a presión interna](#)

4.1 Espesor mínimo

4.1.1. El espesor, t, de extremos sin tirantes semi-helicoidales y semiesféricos, y la sección de la charnela de extremos toriesféricos, abombadas desde la chapa, teniendo una presión en el lado cóncavo y satisfaciendo las condiciones que se enumeran a continuación, tiene que determinarse por la siguiente fórmula:

$$t = \frac{pD_0k}{20\sigma J} + 0,75 \text{ mm}$$

dónde

t, p, D₀, σ y J se definen en el punto 1.7, Sección 1, Capítulo 4, Parte 15 de las Reglas.

K = factor de forma, véase el punto 4.2, Sección 4, Capítulo 4, Parte 15 de las Reglas y Fig. 4.4.1.

4.1.2. Para extremos semi-helicoidales:

la altura externa, $H \geq 0,18 D_0$



dónde

D_o = diámetro exterior de la parte paralela del extremo, en mm.

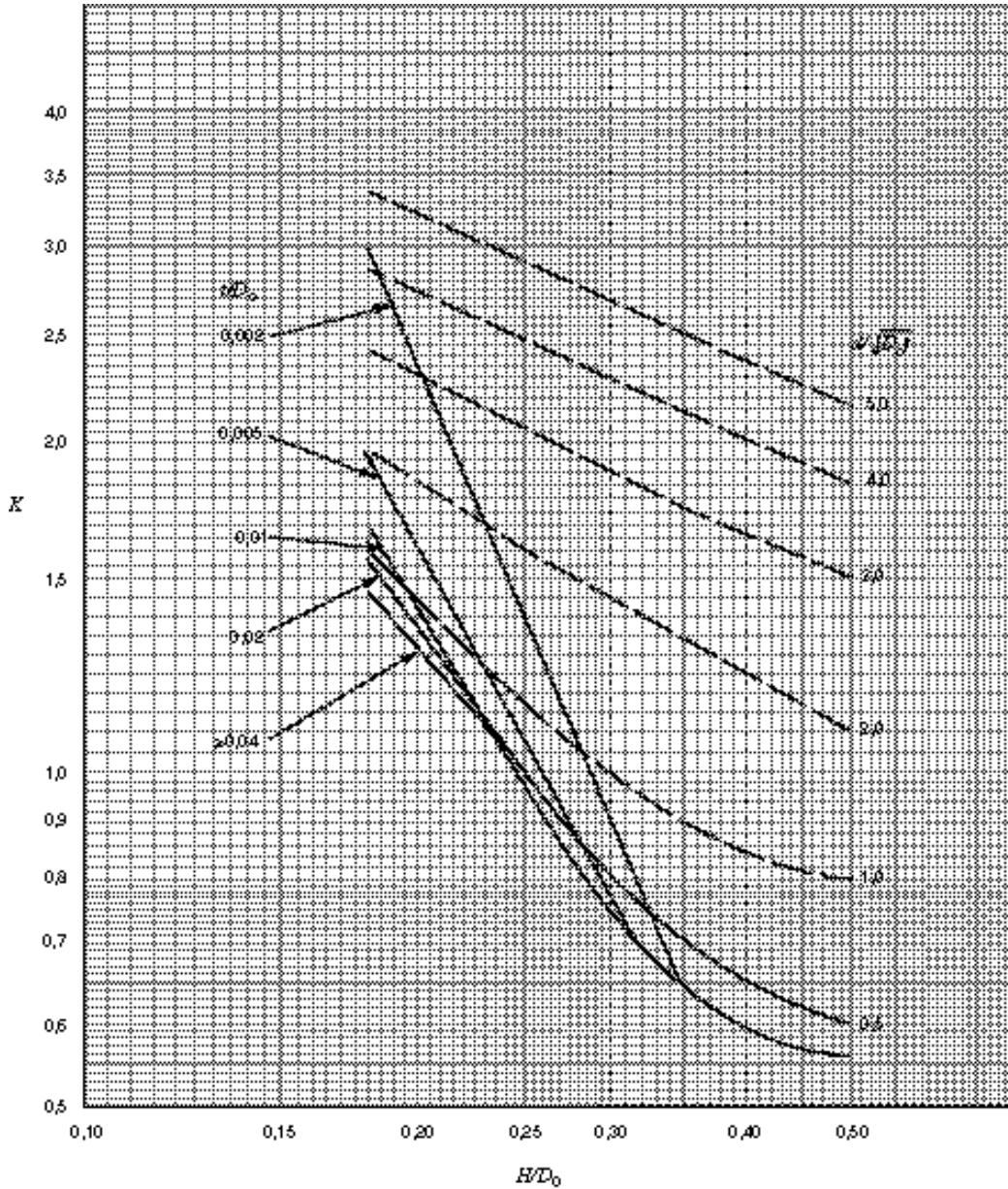


Figura 4.4.1 Factor de forma

4.1.3. Para extremos toriesféricos:

- el radio interior, $R_i \leq D_o$
- el radio interior de la charnela, $r_i \geq 0,1D_o$



- el radio interior de la charnela, $r_i \geq 3t$

- altura externa, $H \geq 0,18D_o$ y se determina como sigue:

$$H = R_o - \sqrt{(R_o - 0,5D_o)(R_o + 0,5D_o - 2r_o)}$$

4.1.4. Además de la fórmula en el punto 4.1.1 el espesor, t , de la cabeza toriesférica, fabricada a partir de más de una chapa, en la sección de la corona no tiene que ser inferior a la determinada por la siguiente fórmula:

$$t = \frac{pR_i}{20\sigma - 0,5p} + 0,75 \text{ mm}$$

donde t , p , R_i , σ y J se definen en el punto 1.7, Sección 1, Capítulo 4, Parte 15 de las Reglas.

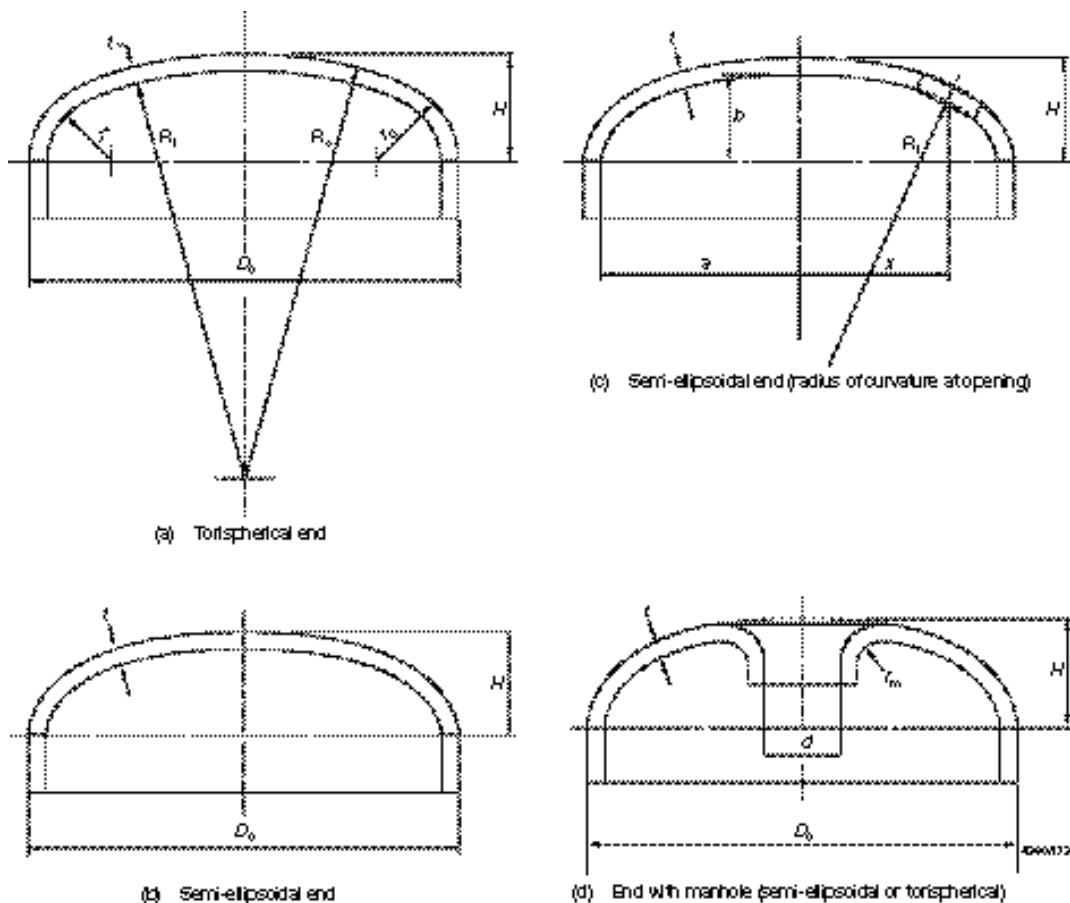


Figura 4.4.2 Fondos típicos bombeados



10.2.8 Sistemas contraincendios:

Parte 17, Capítulo 3, Sección 2: Medidas de seguridad contraincendios para los yates con eslora total superior a 24 m, pero no superior a 50 m de eslora de Regla

2.1 Generalidades

2.1.1. El cuadro 3.2.1 es una guía de los principales requisitos de esta Sección. El cuadro pretende ser una referencia rápida a los requisitos y no tiene que ser utilizado sólo cuando se diseñan las medidas de seguridad contraincendios.

Cuadro 3.2.1 Requisitos de protección general contraincendios, detección y extinción

<p>Forma de construcción, véase el punto 2.2, Sección 2, Capítulo 3, Parte 17 de las Reglas</p>	<p>Acero o equivalente, o formas alternativas de construcción serán aceptadas con sujeción a los requisitos</p>
<p>Protección pasiva contraincendios, véase 2.3 a 2.6 de la Sección 2, Capítulo 3, Parte 17 de las Reglas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Salas de máquinas de la Categoría "A" "A-30"/"A-0" - Pasillos: "B-15" donde exista un riesgo importante de incendio - Mamparos en salidas de evacuación mayores de 7 m de longitud: "B-0" - Cierres de escaleras: "B-0" -
<p>Vías de escape, ver el punto 2.7, Sección 2, Capítulo 3, Parte 15 de las Reglas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Salas de máquinas de Categoría "A" - Alojamiento, etc. 	<p>}₂</p> <ul style="list-style-type: none"> - Colocado en salas de máquinas - Colocado en espacios de servicios, estaciones de control y espacios de alojamiento
<p>Sistema de detección de incendios fijo, ver el punto 2.13, Sección 2, Capítulo 3, Parte 15 de las Reglas</p>	<p>1 bomba contraincendios fija + 1 bomba portátil</p>
<p>Bombas contraincendios, ver el punto 2.14, Sección 2, Capítulo 3, Parte 15 de las Reglas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Un sistema de extinción de incendios fijo - Un mínimo de 2 y un máximo



<p><i>el punto 2.15, Sección 2, Capítulo 3, Parte 15 de las Reglas</i></p> <p><i>Extintores de incendios portátiles en alojamiento, ver el punto 2.18, Sección 2, Capítulo 3, Parte 15 de las Reglas</i></p> <p><i>Sistema de rociadores automáticos o equivalente, ver el punto 2.16, Sección 2, Capítulo 3, Parte 15 de las Reglas</i></p>	<p><i>de 5 extintores de espuma portátiles o equivalentes</i></p> <p><i>Al menos 3</i></p> <p><i>Colocados en yates > 350 toneladas de arqueo</i></p>
--	--

2.2 Formas de construcción - Estructura

2.2.1. El casco, las superestructuras, los mamparos estructurales, las cubiertas y las casetas deben ser de acero, u otros materiales equivalentes, véase el Capítulo 1,2.1.2, o ser de formas alternativas de construcción, véase el punto 2.1.3, Sección 2, Capítulo 1, Parte 17 de las Reglas.

2.2.2. La estructura en la zona de las salas de máquinas de Categoría "A", cocinas que contengan electrodomésticos con riesgo de incendio, véase [2.4.2](#), y otras zonas de alto riesgo debe ser protegida de tal modo que el material por sí sólo o debido al aislamiento proporcionado pueda mantener su resistencia necesaria al final de la exposición de 30 minutos a la prueba de fuego estándar.

2.2.3. Los detalles del método de construcción, con el apoyo de los cálculos y / o datos de la prueba de fuego, que demuestren el cumplimiento con 2.2.2 se tienen que presentar.

2.2.4. Para las estructuras de aleación de aluminio, el aislamiento debe ser tal para que la temperatura del núcleo estructural no aumente en más de 200 °C por encima de la temperatura ambiente en cualquier momento durante la exposición al fuego especificada.

2.2.5. Para las estructuras compuestas, el aislamiento tiene que ser tal para que la temperatura del laminado no aumente más que la mínima temperatura de deformación bajo la carga de la resina en cualquier momento durante la



exposición al fuego especificada. La temperatura de deformación bajo carga se determinará como en el punto 3.7, Sección 3, Capítulo 14, Parte 2 de las Reglas.

2.2.6. Para las estructuras en contacto con el agua de mar, el aislamiento necesario, debe hacerse extensivo a al menos 300 mm por debajo de la línea de flotación más ligera, véase también [2.6.1](#).

2.3 Formas de construcción - Divisiones de incendio

2.3.1. Las divisiones de incendio exigidas por el punto 2.4, se construirán de conformidad con los párrafos restantes de esta Sub-Sección.

2.3.2. Las divisiones de incendios utilizando equivalente al acero, u otras formas de construcción alternativas pueden ser aceptadas si se puede demostrar que el material por sí solo, o debido al aislamiento proporcionado, tiene las propiedades de resistencia al fuego equivalentes a las divisiones de clase "A" o "B".

2.3.3. El aislamiento requerido por 2.3.2 debe ser tal para que la temperatura del núcleo estructural no se eleve por encima del punto en el que la estructura empieza a perder su resistencia en cualquier momento durante la exposición al fuego de la prueba estándar. Para las divisiones de clase "A", la exposición aplicable es de 60 minutos, y para las divisiones de clase "B", la exposición aplicable es de 30 minutos.

2.3.4. Para las estructuras de aleación de aluminio, el aislamiento debe ser tal para que la temperatura del núcleo estructural no aumente en más de 200 °C por encima de la temperatura ambiente en cualquier momento durante la exposición al fuego aplicable.

2.3.5. Para las estructuras de materiales compuestas, el aislamiento tiene que ser tal para que la temperatura del laminado no se eleve más que la mínima temperatura de deformación bajo la carga de la resina en cualquier momento durante la exposición al fuego aplicable. La temperatura de deformación bajo carga se determinará como en el punto 3.7, Sección 3, Capítulo 14, Parte 2 de las Reglas.

2.4 Protección estructural contra incendios



2.4.1. Las salas de máquinas de la categoría "A", los espacios que contengan vehículos o embarcaciones con combustible en sus depósitos, o los armarios de almacenamiento de este tipo de combustibles, deben ser cerrados por divisiones de clase "A-30" cuando sean adyacentes a espacios de alojamiento o de servicios, posiciones de control o junto a otros, y por divisiones de clase "A-0" en los otros lugares.

2.4.2. Las cocinas deben ser cerradas por divisiones de clase "B-15", a menos que los aparatos contenidos en ella tengan un riesgo de incendio insignificante.

(a). A los efectos de este Capítulo, las máquinas de café, tostadoras, lavadoras, hornos de microondas, calderas de agua y aparatos similares, cada uno con una potencia máxima de 5 kW pueden ser considerados como que tienen un riesgo de incendio insignificante. Las placas de cocina eléctricas y los calentaplatos para mantener los platos calientes, cada uno con una potencia máxima de 2kW y una temperatura de superficie no superior a 150 °C también pueden ser considerados como que tienen un riesgo de incendio insignificante. Si los espacios que contienen estos aparatos se pueden cerrar, los medios para cerrar el suministro de energía al espacio tienen que cumplir con el punto 16.5.4, Sección 16, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.

(b). Otros aparatos tales como freidoras, cocinas de llama abierta, etc., se consideran que tienen un riesgo de incendio importante.

2.4.3. Cuando formen vías de escape, los mamparos de los pasillos y techos se construirán como una Clase "B-0" estándar de tal forma que:

(a). los corredores con una longitud de 7 metros o más (medidos a lo largo del eje central del corredor), tengan mamparas que se extiendan de cubierta a cubierta a menos que techos continuos de Clase "B" estén colocados en ambos lados del mamparo, en tal caso los mamparos tendrán que terminar en un techo continuo, o

(b). los corredores con una longitud de menos de 7 metros, pueden ser contruidos de materiales combustibles siempre que tengan un núcleo incombustible que cumpla con el criterio de la prueba de fuego de Clase "B-0".



2.4.4. Las escaleras deben ser protegidas en un nivel por al menos divisiones de clase "B-0" y puertas de cierre automático.

2.4.5. Los espacios del ascensor y montacargas tienen que estar cerrados por al menos divisiones de Clase "B-0" y puertas de cierre automático.

2.4.6. Las aberturas en las divisiones de Clase "A" y "B" tienen que ir provistas con medios permanentemente fijos de cierre los cuales tienen que ser al menos tan efectivos para resistir los incendios como las divisiones en las que estén instalados.

2.4.7. Las escaleras interiores que llegan a las salas de máquinas, espacios de alojamiento, espacios de servicio o estaciones de control tienen que ser de acero, u otro material equivalente.

2.4.8. En caso de que las divisiones de Clase "A" estén perforadas para dar paso a cables eléctricos, tuberías, espacios, conductos, etc., o para esloras, baos u otros elementos estructurales, se tienen que hacer los arreglos necesarios para que la resistencia al fuego no se vea afectada.

2.4.9. En caso de que las divisiones de Clase "B" estén perforadas para dar paso a cables eléctricos, tuberías, espacios, conductos, etc., o para la instalación de bocas de ventilación, aparatos de alumbrado y dispositivos similares, se tienen que hacer los arreglos necesarios para asegurar que la resistencia al fuego no se vea afectada.

2.4.10. Cuando la estructura o las divisiones de Clase "A" requieren estar aisladas, tiene que garantizarse que el calor de un fuego no se transmitirá a través de las intersecciones y los puntos terminales de las divisiones o penetraciones en límites aislados. Cuando el aislamiento instalado no logra esto, los arreglos se deben hacer para evitar la transmisión del calor mediante el aislamiento de los límites horizontales y verticales o penetraciones a una distancia de 450 mm.

2.5 Materiales



2.5.1. *Salvo en los compartimientos refrigerados de los espacios de servicio, todos los aislamientos (por ejemplo, de fuego y para comodidad), deben ser de materiales incombustibles.*

2.5.2. *Las tuberías que atraviesen divisiones de Clase "A" o "B" tienen que ser de materiales aprobados teniendo en cuenta la temperatura que las divisiones deban soportar.*

2.5.3. *Las tuberías que transporten aceite o líquidos combustibles a través de espacios de alojamiento y de servicio deben ser de materiales aprobados teniendo en cuenta el riesgo de incendio.*

2.5.4. *Los materiales que se inutilicen fácilmente por el calor no tienen que utilizarse en imbornales del costado, descargas de aguas sanitarias, y otras salidas que estén cerca de la línea de flotación, y donde la destrucción del material en caso de incendio, daría lugar a peligro de inundación.*

2.5.5. *Los revestimientos primarios de cubierta dentro de los espacios de alojamiento, espacios de servicio y puestos de control han de ser de un tipo que no se inflame fácilmente, o que no den lugar a peligros de toxicidad o de explosión a temperaturas elevadas. Se tiene que hacer referencia también al Código FTP de la OMI, Anexo 1, Partes 2 y 6.*

2.5.6. *Las barreras de vapor y los adhesivos utilizados con el material aislante, así como el aislamiento de los accesorios de tubería para los sistemas de servicios fríos no tienen que ser incombustibles, pero se mantendrán en la menor cantidad posible y sus superficies expuestas han de tener características de baja propagación de la llama.*

2.5.7. *Todos los recipientes para desperdicios deben ser de materiales incombustibles y carecerán de aberturas en los laterales y fondo.*

2.6 Superficie de aislamiento

2.6.1. *En los espacios en donde la penetración de los productos petrolíferos sea posible, la superficie de aislamiento debe ser impermeable a los hidrocarburos y*



a sus vapores. Los límites del aislamiento estarán dispuestos para evitar la inmersión en los derrames de petróleo.

2.7 Medios de evacuación

2.7.1. Las escaleras y corredores que sirven a todos los espacios normalmente accesibles estarán dispuestas a fin de proporcionar medios rápidos de evacuación a una cubierta desde donde se efectúe el embarque a las embarcaciones de supervivencia.

2.7.2. Cuando sea razonable y factible, y teniendo en cuenta el número de personal involucrado y el tamaño del espacio, al menos dos medios de evacuación, tan separados entre sí como sea posible, se proporcionarán desde cada sección de los espacios de alojamiento y de servicio y puestos de control:

(a). Los medios normales de acceso a los espacios de alojamiento y de servicio por debajo de la cubierta abierta, tienen que estar dispuestos de manera que sea posible llegar a la cubierta abierta, sin pasar a través de espacios intermedios que contengan una posible fuente de incendio.

(b). Cuando las disposiciones del alojamiento sean tales para que el acceso a los camarotes sea a través de otro camarote, como es a menudo el caso con la suite del propietario, unos medios de evacuación secundarios se tienen que proporcionar. La segunda vía de evacuación tiene que estar tan alejada de la principal como sea posible.

(c). Estos segundos medios de evacuación debe ser a través de ojos de buey, escotillas de un tamaño adecuado, que conduzcan a la cubierta abierta.

(d). Los pasillos no ciegos con una longitud de más de 7 metros serán aceptados. Un "corredor con un extremo muerto" es un corredor o una parte de él desde el cual solo hay una vía de evacuación.

2.7.3. Al menos uno de los medios de evacuación desde cada lugar mencionado en 2.7.2 tiene que estar cerrado por divisiones de Clase "B-0", a menos que se acceda directamente a la cubierta desde el espacio.



2.7.4. *Al menos dos medios de evacuación tendrán que proporcionarse desde las salas de máquinas, salvo cuando el pequeño tamaño de la sala de máquinas, lo haga imposible. La evacuación tiene que ser mediante escaleras de acero, que estén tan separadas como sea posible.*

2.8 Sistemas de ventilación

2.8.1. *Los sistemas de ventilación deben ser capaces de ser detenidos, y las entradas y salidas principales de los sistemas de ventilación cerrados, desde el exterior del espacio al que dan servicio, ver el punto 16.5, Sección 16, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.*

2.8.2. *Los conductos de ventilación para las salas de máquinas de Categoría "A", los conductos de escape para las cocinas con un riesgo importante de incendio, los espacios que contengan vehículos o embarcaciones con combustible en sus depósitos, o los armarios que almacenen este tipo de combustibles, no han de pasar a través de los espacios de alojamiento, espacios de servicio y puestos de control a menos que los conductos estén contruidos de acero y dispuestos de tal forma que se preserve la integridad de la división.*

2.8.3. *Los conductos de ventilación de los espacios de alojamiento, espacios de servicio y puestos de control no deben pasar a través de salas de máquinas de la Categoría "A", espacios que contengan vehículos o embarcaciones con combustible en sus depósitos, o armarios que almacenen este tipo de combustibles, a menos que los conductos sean de acero y estén dispuestos para preservar la integridad de la división.*

2.8.4. *Los pañoles que contengan productos muy inflamables tienen que ir provistos con dispositivos de ventilación que estén separados de otros sistemas de ventilación. La ventilación tiene que disponerse de tal forma para evitar la acumulación de vapores inflamables en niveles altos y bajos. Las entradas y salidas de los ventiladores deben colocarse de tal forma que no se deriven a una zona donde podrían causar un riesgo indebido, y están obligadas a disponer de pararrayos de chispa.*



2.8.5. Los sistemas de ventilación que sirven a las salas de máquinas de la Categoría "A" tienen que ser independientes de los sistemas que sirven a otros espacios.

2.8.6. Todos los espacios cerrados que contengan tanques de combustible libres tienen que ser ventilados en forma independiente de los sistemas que sirven a otros espacios.

2.8.7. Se tiene que proporcionar ventilación para evitar la acumulación de concentraciones peligrosas de gas inflamable que pueden ser emitidas por las baterías. Los requisitos del punto 11.5, Sección 11, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas deben ser respetados.

2.8.8. Las aberturas de ventilación podrán instalarse encima y debajo de las partes inferiores de las puertas de los camarotes y los espacios públicos en mamparos de los corredores. La superficie neta total de tales aberturas no tiene que ser superior a 0,05 m². Los conductos de puente no se permiten en las divisiones contraincendios.

2.8.9. Para los espacios que contienen vehículos o embarcaciones con combustible en sus depósitos o los armarios de almacenamiento de estos combustibles, véase 2.20.1 (d). Para requisitos adicionales para la ventilación del combustible gaseoso interno, véase [2.11](#).

2.9 Dispositivos del combustible

2.9.1. En los yates en los que se utiliza combustible, los arreglos para el almacenamiento, distribución y utilización del combustible tienen que ser tales para garantizar la seguridad del yate y las personas a bordo. Para más detalles, ver el Capítulo 3, Parte 15 de las Reglas.

2.9.2. Los tanques de combustible situados dentro de los límites de las salas de máquinas de Categoría "A" no tienen que contener un combustible cuyo punto de inflamación sea inferior a 60 °C.

2.9.3. El combustible, aceite lubricante y otros aceites inflamables no deben ser transportados en los tanques del pique de proa.



2.10 Medidas especiales en las salas de máquinas de Categoría "A" y, en su caso, otras salas de máquinas

2.10.1. Las aberturas deben estar provistas de dispositivos de cierre contruidos de tal forma a fin de mantener la integridad al fuego de los límites de las salas de máquinas.

2.10.2. El tipo de equipo instalado y el diseño de la embarcación tiene que tener en cuenta el riesgo y la propagación del fuego. Se debe prestar una especial atención a los alrededores de los dispositivos de llama abierta, zonas calientes y maquinaria principal y auxiliar, desbordamientos de combustible y de aceite, y tuberías de aceite y de combustible no cubiertas.

2.10.3. Los sistemas de llenado de combustible, almacenamiento, ventilación y de suministro tienen que ser instalados de tal forma para minimizar el riesgo de incendio y de explosión.

2.10.4. Los componentes y accesorios de las máquinas que requieren mantenimiento e inspecciones frecuentes tienen que ser fácilmente accesibles.

2.10.5. Las ventanas no deben ser colocadas en los límites de las salas de máquinas. Esto no excluye el uso de vidrio las salas de control dentro de las salas de máquinas.

2.10.6. Medios de control tienen que proporcionarse para:

(a). el cierre de las aberturas que permiten normalmente la ventilación de los gases de escape, y el cierre de los ventiladores de mariposa;

(b). permitir la salida de humos;

(c). parar los ventiladores, y

(d). parar los ventiladores de tiro forzado y de tiro inducido, las bombas de trasiego de combustible, bombas de aceite combustible y otras bombas similares de combustible.

2.10.7. Los controles requeridos en 2.10.6 tienen que ubicarse fuera del espacio que controlen, en una posición donde no puedan quedar aislados en caso de



incendio en el espacio que controlan. Tales controles y los controles para cualquier sistema de extinción de incendios requerido tienen que situarse en una sola posición de control o agruparse en las mínimas posiciones posibles. Tales posiciones tienen que tener un acceso seguro desde la cubierta abierta. Véase también el punto, 4.5.1 y 4.9.2, Sección 4, Capítulo 3, Parte 15 de las Reglas.

2.11 Medidas relativas al combustible gaseoso para fines domésticos

2.11.1. Cuando se utilice combustible gaseoso para fines domésticos, los arreglos para el almacenamiento, distribución y utilización del combustible deben ser tales para que, teniendo en cuenta los riesgos de incendio y explosión que el uso de ese combustible puede suponer, se preserve la seguridad de la embarcación y de las personas que van a bordo. La instalación debe estar en conformidad con Normas nacionales o internacionales reconocidas.

2.11.2. Los armarios de almacenamiento de las botellas de gas deben estar provistos con:

(a). ventilación eficaz:

(b). una puerta que se abra hacia el exterior que permite el acceso directamente a la cubierta abierta, y

(c). límites estancos al gas, incluidas puertas y otros medios de cierre de las aberturas en el mismo, que constituyan los límites entre esos armarios y espacios adyacentes.

2.11.3. Las modalidades de almacenamiento en la cubierta será de especial atención.

2.12 Calefacciones

2.12.1. Las calefacciones, si se utilizan, tienen que fijarse en una posición y ser construidas de tal forma para reducir al mínimo los riesgos de incendio. El diseño y la ubicación de esas unidades deben ser tales para que las ropas, cortinas u otros materiales similares no se puedan quemar o ser incendiadas por la unidad de calor.



2.13 Sistemas fijos de detección de incendios y de alarma contraincendios

2.13.1. Un sistema fijo de detección de incendios y alarma contraincendios tiene que instalarse en todas las salas de máquinas de Categoría "A" y tiene que cumplir con los requisitos del punto 2.8, Sección 2, Capítulo 1, Parte 16 de las Reglas.

2.13.2. Un sistema fijo de detección de incendios y una alarma contraincendios tiene que colocarse en todas las escaleras (incluyendo los espacios de ascensores y montacargas), espacios de servicio, estaciones de control y espacios de alojamiento (excepto en lavabos, baños, espacios vacíos, etc.) El sistema fijo de detección de incendios y alarma contraincendios tiene ser instalado de conformidad con la Sección 2, Capítulo 4, Parte 17 de las Reglas.

2.13.3. Todos los yates en todo momento cuando estén en la mar o en puerto (excepto cuando estén fuera de servicio), deben ser dotados de dispositivos para garantizar que cualquier alarma inicial de incendio será inmediatamente recibida por un miembro responsable de la tripulación.

2.13.4. Una alarma especial, accionada desde el puente de navegación o de la estación de control de incendios, tiene que ser colocada para reunir a la tripulación.

2.14 Bombas contraincendios y sistema principal contraincendios

2.14.1. Aplicación. Cada yate debe ir provisto con una bomba(s) contraincendios, colectores, bocas y mangueras, como exige esta Sección.

2.14.2. Capacidad de las bombas contraincendios. La capacidad de las bombas fijas contraincendios no debe ser inferior a:

$$Q = (0,15(L_R(B + D))^{\frac{1}{2}} + 2,25)^2 \text{ per no debe exceder de } 25 \text{ m}^3/\text{hora}$$

2.14.3. Bombas contraincendios:

(a). Un mínimo de una bomba fija y una bomba portátil o alternativas, que cumplan con 2.14.4, se tienen que proporcionar.



(b). *Las bombas sanitarias, de lastre, de sentina y las bombas de servicios generales podrán ser aceptadas como bombas contraincendios siempre que no se utilicen normalmente para el bombeo de combustible, y que, si están sujetas a trabajos ocasionales de trasiego o bombeo de combustible, lleven instalados dispositivos adecuados de intercambio.*

(c). *En los yates clasificados para navegar en hielo, las válvulas de entrada de agua de mar de la bomba contraincendios tienen que ir equipadas con dispositivos de eliminación del hielo, ver el punto 3.8.1, Sección 3, Capítulo 2, Parte 1 de las Reglas.*

(d). *Válvulas de seguridad tienen que proporcionarse junto con cualquier bomba contraincendios si la bomba es capaz de desarrollar una presión superior a la presión de diseño de las tuberías de agua de servicio, hidrantes y mangueras. Estas válvulas deben ser colocadas y ajustadas de tal manera como para evitar una presión excesiva en cualquier parte del sistema del colector contraincendios.*

(e). *Cuando las bombas centrífugas se proporcionan con el fin de cumplir con esta Sección, una válvula anti retorno tiene que colocarse en la tubería conectando cada bomba con el colector principal contraincendios.*

2.14.4. Bombas contraincendios portátiles:

(a). *A excepción de las bombas eléctricas, que se considerarán especialmente, las bombas contraincendios portátiles tienen que cumplir con lo siguiente:*

(i). *La bomba tiene que ser autocebante.*

(ii). *La altura de succión en funcionamiento no tiene que superar los 4,5 m.*

(iii). *La bomba contraincendios portátil tiene que ir provista con una longitud de manguera de descarga y boquilla capaz de mantener una presión suficiente para producir un chorro de al menos 12 metros o el requerido para permitir dirigir el chorro de agua a cualquier parte de la sala de máquinas o al límite exterior de la sala de máquinas y la cubierta, lo que sea mayor.*

(iv). *El conjunto de la bomba tiene que tener su propio tanque de combustible de capacidad suficiente para accionar la bomba durante tres horas.*



(v). Los detalles del tipo de combustible y la ubicación de almacenamiento se tienen que presentar. Si el tipo de combustible tiene un punto de inflamación inferior a 60 °C, se dará más consideración a los aspectos de seguridad contraincendios.

(vi). El conjunto de la bomba tiene que almacenarse en un lugar seguro y cerrado, accesible desde la cubierta abierta y lejos de la sala de máquinas de Categoría "A".

(vii). El conjunto de bomba tiene que ser fácilmente movable y operable por dos personas y estar disponible para su uso inmediato.

(viii). Se tienen que proporcionar dispositivos para fijar la bomba en su posición de funcionamiento previsto.

(ix). La manguera de agua de aspiración tiene que ser no-plegable y de suficiente longitud para atender el movimiento del barco bajo todas las condiciones de funcionamiento. Un filtro adecuado tiene que ser colocado en el extremo de entrada de la manguera.

(x). Cualquier diesel fuente de poder impulsada por la bomba es para ser capaz de arrancarse fácilmente en su condición de frío hasta un temperatura de 0 ° C a mano (manual) de arranque.

(b). Si no es posible cumplir con los requisitos de 2.14.4 (a), una bomba contraincendios fija será necesaria, la cual tendrá que cumplir con lo siguiente:

(i). La bomba, su fuente de energía y conexión al mar tienen que colocarse en posiciones accesibles fuera de la sala de máquinas de Categoría "A", o en un espacio diferente al de la bomba contraincendios, si la bomba contraincendios se encuentra fuera de la sala de máquinas de Categoría "A".

(ii). La válvula de mar tiene que ser capaz de ser operada desde una posición cerca de la bomba.

(iii). La habitación donde se encuentre la motobomba principal contraincendios tiene que ser iluminada a partir de la fuente de emergencia de energía eléctrica y tiene que estar bien ventilada.



(iv). Si la bomba es necesaria para el abastecimiento de agua para un sistema fijo de extinción de incendios en el espacio donde están situadas las bombas principales contraincendios, la bomba tiene que ser capaz, al mismo tiempo, de abastecer de agua a este sistema y al colector principal contraincendios en las tasas requeridas.

(v). La bomba también puede ser utilizada para otros fines adecuados, con sujeción a la aprobación en cada caso.

(vi). La presión y la cantidad de agua entregada por la bomba tiene que ser suficiente para producir un chorro de agua en cualquier boquilla de no menos de 12 m.

(c). Se tienen que proporcionar los medios para iluminar la zona de estiba de la bomba portátil y de sus áreas de operación por medio de la fuente de energía eléctrica de emergencia.

(d). Si se prefiere, una bomba que cumpla con 2.14.4 (b) puede ser instalada en lugar de una bomba portátil que cumpla con 2.14.4 (a), véase también 2.14.8 (c).

2.14.5. Colector principal contraincendios:

(a). El diámetro de la tubería principal tiene que basarse en la capacidad requerida de la bomba(s) contraincendios fija(s). El diámetro de las tuberías de agua de servicio tiene que ser suficiente para garantizar un suministro adecuado de agua para el funcionamiento de al menos una manguera contraincendios.

(b). La línea de lavado de cubierta puede ser utilizada como una línea contraincendios siempre que se cumplan los requisitos de esta Sección.

(c). Todas las tuberías expuestas de agua para la extinción de incendios tienen que ir provistas con válvulas de desagüe para su uso en un clima helado. Las válvulas tienen que ubicarse en donde no puedan ser dañadas.

2.14.6. Presión en el colector contraincendios. Cuando la bomba contraincendios fija, o la bomba contraincendios descrita en 2.14.4 (b), está entregando la cantidad de agua requerida por 2.14.2 a través del colector principal contraincendios, las mangueras y las boquillas, la presión mantenida en cualquier



hidrante tiene que ser suficiente para producir un chorro en cualquier boquilla de no menos de 12 m.

2.14.7. Número y localización de los hidrantes. El número y posición de las bocas contraincendios serán tales para que al menos un chorro de agua llegue a cualquier parte normalmente accesible a cualquier persona, mientras que el barco esté navegando. Además, estas bocas contraincendios tienen que colocarse cerca de los accesos a los espacios protegidos. Al menos una boca contraincendios tiene que proporcionarse en cada sala de máquinas de la Categoría "A".

2.14.8. Tuberías y bocas contraincendios:

(a). Los materiales que se inutilicen fácilmente por el calor no se emplearán para los colectores contraincendios. Cuando se utilizan tuberías de acero, tienen que ir galvanizadas interna y externamente. Las tuberías de hierro fundido no son aceptables. Las tuberías y bocas contraincendios tienen que ser ubicadas de tal forma que las mangueras contraincendios puedan acoplarse fácilmente a ellas. La disposición de las tuberías y bocas contraincendios tiene que ser tal como para evitar la posibilidad de congelación. A menos que se proporcione una manguera y una boquilla para cada boca contraincendios en el buque, tiene que existir una completa intercambiabilidad entre los acoplamientos de las mangueras y las boquillas.

(b). Una válvula se deberá colocar en cada boca contraincendios de forma que cualquier manguera contraincendios pueda sacarse mientras la bomba contraincendios está funcionando.

(c). Cuando una bomba contraincendios adicional fija está instalada de conformidad con 2.14.4 (b) o 2.14.4 (d):

(i). Una válvula de aislamiento tiene que instalarse en el colector contraincendios de forma que todos los hidrantes en el buque, excepto los de la sala de máquinas de la Categoría "A" que contiene la bomba contraincendios principal, puedan ser abastecidos con agua mediante la bomba contraincendios fija adicional. La



válvula de aislamiento tiene que ubicarse en una posición fácilmente accesible fuera de la sala de máquinas de la Categoría "A"; y

(ii). El colector contraincendios no tiene que volver a entrar en la sala de máquinas, aguas abajo de la válvula de aislamiento.

2.14.9. Mangueras contraincendios:

(a). Las mangueras contraincendios deben ser de materiales incombustibles aprobados. Las mangueras deben ser longitud suficiente para proyectar un chorro de agua a cualquiera de los espacios en los que puede tener que utilizarse. Su longitud, en general, no debe exceder de 18 m. Cada manguera debe ir provista con una boquilla y los acoplamientos necesarios. Las mangueras contraincendios, así como los accesorios necesarios y herramientas, tienen que mantenerse listos para su uso en posiciones visibles, cerca de las bocas contraincendios o conexiones.

(b). Un mínimo de tres mangueras contraincendios tienen que proporcionarse, cada una completa con acoplamientos y boquillas. Estos números no incluyen las mangueras requeridas en la sala de máquinas. Si es necesario, el número de mangueras se incrementará con el fin de garantizar que las mangueras en número suficiente estarán disponibles y accesibles en todo momento.

2.14.10. Boquillas:

(a). A los efectos de este Capítulo, los tamaños estándar de boquilla tienen que ser de 12 mm, 16 mm o 19 mm, o lo más próximos a éstos como sea posible, a fin de hacer pleno uso de la capacidad máxima de descarga de la bomba o bombas contraincendios.

(b). Para los espacios de alojamiento y de servicio, el tamaño de la boquilla no debe exceder de 12 mm.

(c). El tamaño de las boquillas para su uso en combinación con una bomba contraincendios portátil no debe exceder de 12 mm.

(d). Todas las boquillas tienen que ser de un tipo aprobado de doble efecto (aspersión y chorro) incorporando un cierre.



2.15 Dispositivos de extinción de incendios en las salas de máquinas

2.15.1. Las salas de máquinas de Categoría "A" tienen que estar equipadas con:

(a). Uno de los sistemas contraincendios fijo que figuran en la Sección 3, Capítulo 4, Parte 17 de las Reglas y

(b). de al menos dos extintores portátiles de espuma o equivalente, véase el punto 6.3.2, Sección 6, Capítulo 4, Parte 17 de las Reglas. Cuando las máquinas de combustión interna están instaladas, un extintor portátil adicional tiene que facilitarse para cada 375 kW de potencia de salida, pero el número total de extintores adicionales no tiene que ser superior a cinco.

2.15.2. Extintores de incendios en otros espacios de máquinas. Cuando existe un riesgo de incendio en un espacio de máquinas para el que no hay disposiciones específicas para los dispositivos extintores prescritas en 2.15.1 o 2.15.3 tiene que proporcionarse dentro o adyacente al espacio, un número satisfactorio de extintores de incendios portátiles aprobados u otros medios aprobados de extinción de incendios.

2.15.3. Salas de máquinas, diferentes de las de Categoría "A", en buques que están contruidos mayoritariamente o enteramente con formas alternativas de construcción. En los buques que están contruidos mayoritariamente o enteramente con formas alternativas de construcción, las salas de máquinas, que no son de Categoría "A", que contengan máquinas de combustión interna, tienen que cumplir con los requisitos de extinción de incendios para las salas de máquinas de Categoría "A", ver el punto 2.15.1.

2.16 Sistemas de rociadores automáticos, de detección de incendios y de alarma contraincendios

2.16.1. Un rociador automático fijo debe instalarse en los yates de más de 350 toneladas de arqueo, un sistema de detección de incendios y alarma contraincendios, o sistema equivalente (por ejemplo, niebla de agua), tiene que ser instalado en todas las escaleras, espacios de servicios, estaciones de control



y espacio de alojamiento, excepto en general, en espacios que no exista riesgo de incendio tales como espacios vacíos.

2.16.2. Los dispositivos tienen que estar en conformidad con la Sección 1, Capítulo 4, Parte 17 de las Reglas, particular atención debe darse a los puntos 1.2.16 y 1.2.17, Sección 1, Capítulo 4, Parte 17 de las Reglas.

2.17 Sistemas de extinción de incendios fijos no requeridos por esta Sección

2.17.1. Cuando un sistema de extinción de incendios fijo no requerido por este Capítulo está instalado, la disposición tiene que cumplir con los requisitos relevantes de este Capítulo.

2.18 Extintores de incendios portátiles

2.18.1. Todos los extintores de incendios portátiles tienen que cumplir con los requisitos de la Sección 6, Capítulo 4, Parte 17 de las Reglas.

2.18.2. Los extintores de incendios portátiles tienen que estar ubicados en posiciones fácilmente accesibles.

2.18.3. Uno de los extintores portátiles destinado para su utilización en cualquier espacio tiene que ser posicionado cerca de la entrada a este espacio.

2.18.4. Al menos un extintor de incendios portátil tiene que ubicarse de tal forma que pueda ser cogido fácilmente desde la posición de gobierno principal del yate.

2.18.5. Los espacios de alojamiento, espacios de servicio y estaciones de control tienen que estar equipados con un número suficiente de extintores portátiles para garantizar que al menos un extintor estará rápidamente disponible para su utilización en cada compartimiento. En cualquier caso, si número no tiene que ser inferior a tres.

2.18.6. Cuando se proporcionan facilidades para cocinar, un extintor portátil de un tipo apropiado para la fuente de energía utilizada tiene que colocarse en una posición accesible para su utilización en caso de incendio.

2.19 Manta contra incendios

2.19.1. Una manta contra incendios tiene que colocarse en todas las cocinas.



2.20 Protección de espacios que contienen vehículos o embarcaciones con combustible en sus tanques o armarios que almacenan tales combustibles

2.20.1. Los espacios que contienen vehículos o embarcaciones con combustible en sus tanques, o armarios que almacenan tales combustibles, tienen que ir provistos con lo siguiente:

(a). Un sistema fijo de detección de incendios y de alarma contra incendios que cumpla con los requisitos del punto 2.8, Sección 2, Capítulo 1, Parte 16 de las Reglas.

(b). Un sistema de rociador de agua manualmente operado que tenga un tasa de dispersión de agua de 5 litros por metro cuadrado de área de cubierta por minuto. Cuando la altura de la cubierta no exceda de 2.5 m, una tasa de dispersión de 3,5 litros por metro cuadrado de zona de cubierta por minuto será aceptada. Un drenaje adecuado de los espacios protegidos tiene que proporcionarse generalmente de conformidad con los requisitos para los espacios de vehículos o de carga, ver el punto 9.4.4, Sección 9, Capítulo 4, Parte 3 de las Reglas. Las tuberías y conexiones de drenaje para el espacio tienen que ser incombustibles. Otros sistemas de extinción de incendios fijos serán permitidos, siempre que no sean menos eficaces en el control del tipo de incendio que pueda producirse.

(c). Al menos dos extintores de espuma portátiles o equivalentes.

(d). Un sistema mecánico de ventilación independiente, que esté totalmente separado de otros sistemas de ventilación, que proporcione al menos seis cambios de aire por hora. El aire conducido no tiene que pasar a través de otros espacios, excepto lo permitido por [2.8.2.](#), o expulsado dentro de zonas donde pueda ser conducido dentro de zonas de alojamiento o causar un peligro indeseado.

(e). Se tienen que proporcionar equipos eléctricos de un tipo seguro, ver la Sección 13, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.

(f). Señales de “No Fumar” claramente visibles.



(g). Divisiones de Clase "A-30" cuando sean adyacentes a las salas de máquinas de la Categoría "A", espacios de alojamiento o espacios de servicios, o posiciones de control y divisiones de Clase "A-0" en todos los otros espacios.

2.20.2. Tales espacios no deben dar acceso a cualquier espacio que no sea almacenes de combustible o armarios para su utilización dentro del espacio. Los armarios para almacenar el combustible tienen que ser accesibles desde una posición exterior, a menos que el armario se encuentre dentro del espacio que contiene los vehículos o embarcaciones. Excepcionalmente, cuando la salida de la sala de máquinas no pueda ser a cualquier otro sitio, puede salir dentro del espacio siempre y cuando:

(a). la puerta de conexión sea de cierre automático;

(b). no existan dispositivos de sujeción back de la puerta;

(c). una alarma sonora y visual esté colocada en el puente para advertir cuando la puerta esté abierta; y

(d). un aviso esté colocado en la puerta para indicar que la puerta tiene que permanecer cerrada y que la zona posterior a la puerta es una salida de emergencia y debe mantenerse despejada.

2.21 Protección de los armarios de pinturas y armarios de líquidos inflamables

2.21.1. Los armarios de pinturas y líquidos inflamables con una superficie de 4m² o superior, tienen que ir equipados con un sistema fijo de extinción de incendios que permita a la tripulación extinguir un incendio sin tener que entrar en ese espacio. Uno de los siguientes sistemas tiene que proporcionarse:

- Un sistema de dióxido de carbono diseñado para el 40 por ciento del volumen bruto del espacio.

- Un sistema de polvo seco diseñado para descargar 0,5 kg de polvo por metro cúbico del volumen bruto del espacio.



- Un sistema de pulverización de agua diseñado para dar una cobertura de 5 litros por metro cuadrada de área del armario por minuto. Los sistemas de pulverización de agua deben estar conectados al colector de incendios.

2.21.2. Se tiene que tener en cuenta la aceptación de otras disposiciones que proporcionen una protección equivalente.

2.21.3. Los armarios que tengan una superficie inferior a 4m² deben protegerse mediante extintores de dióxido de carbono o polvo seco localizados cerca de la entrada al armario.

2.23 Trajes de bombero

2.23.1. Todos los yates de 350 toneladas o más de arqueo tienen que llevar al menos dos trajes de bombero que cumplan con los requisitos de la Sección 4, Capítulo 4, Parte 17 de las Reglas.

[Parte 17, Capítulo 4, Sección 1: Sistemas de rociadores automáticos, de detección de incendios y alarma contra incendios](#)

1.1 Generalidades

1.1.1. Cualquier sistema requerido de rociadores automáticos de agua, detección de incendios y alarma contra incendios tiene que ser diseñado para su utilización inmediata en cualquier momento. Cuando tal sistema está instalado, tiene que ser del tipo tuberías húmedas. Cualquier parte del sistema que pueda estar sujeto a temperaturas de congelación en servicio tiene que estar adecuadamente protegido contra la congelación. Tiene que mantenerse cargado a la presión necesaria y tener una previsión para el continuo suministro de agua.

1.1.2 Como alternativa al sistema especificado en 1.1.1, cualquiera de los siguientes sistemas será considerado.

(a). Sistema de tuberías secas. Un sistema de rociadores que emplea rociadores automáticos fijados a un sistema de tuberías que contienen aire o nitrógeno bajo presión, la liberación del cual (abriendo el rociador) permite a la presión de agua de abrir una válvula conocida como válvula de tubería seca. El agua entonces fluye dentro del sistema de tuberías y fuera de los rociadores abiertos.



(b). *Sistema de pre-funcionamiento. Un sistema de rociadores que emplea rociadores automáticos fijados a un sistema de tuberías que contienen aire que puede estar o no bajo presión, con un sistema suplementario de detección instalado en la misma zona que los rociadores. El funcionamiento del sistema de detección abre una válvula que permite al agua fluir dentro del sistema de tuberías de los rociadores y de ser descarga desde cualquier rociador abierto.*

(c). *Sistema de diluvio. Un sistema de rociadores que emplea rociadores fijados a un sistema de tuberías conectadas al suministro de agua a través de una válvula que está abierta por el funcionamiento de un sistema de detección instalado en las mismas zonas que los rociadores. Cuando esta válvula se abre el agua fluye dentro del sistema de tuberías y descarga desde todos los rociadores fijados a la tubería.*

1.2 Tipo de tubería húmeda

1.2.1. Cualquier sistema requerido de rociadores automáticos, de detección de incendios y alarma tiene que cumplir con los requisitos del punto 16. 2, Sección 16, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.

1.2.2. Los rociadores tienen que agruparse en secciones separadas, cada una tiene que contener no más de 200 rociadores. Cualquier sección de rociadores no tiene que servir a más de dos cubiertas no estar situada en más de una zona principal vertical, excepto cuando pueda demostrarse satisfactoriamente que la protección del yate contra el fuego no se reduce.

1.2.3. Cada sección de rociadores tiene que ser capaz de ser aislada mediante sólo una válvula de cierre. La válvula de cierre en cada sección tiene que ser fácilmente accesible y su posición tiene que estar claramente y permanentemente indicada. Se tienen que proporcionar los medios necesarios para evitar el funcionamiento de las válvulas de cierre por cualquier persona no autorizada.

1.2.4. Un gauge indicando la presión en el sistema tiene que proporcionarse en cada válvula de cierre de sección y en la estación central.



1.2.5. Los rociadores tienen que ser resistentes a la corrosión de la atmósfera marina. En los espacios de alojamiento y servicio los rociadores tienen que accionarse a temperaturas entre 68°C y 79°C, excepto en ubicaciones tales como salas de secado, donde estén previstas altas temperaturas del ambiente, la temperatura de funcionamiento puede ser aumentada en no más de 30°C por encima de la máxima temperatura en cubierta.

1.2.6. Una lista o plano tiene ser visible en cada unidad de indicación mostrando los espacios cubiertos y la ubicación de la zona respecto a cada sección. Tienen que estar disponibles unas adecuadas instrucciones para el mantenimiento y las pruebas.

1.2.7. Los rociadores tienen que ser ubicados en el techo y espaciados con un patrón adecuado para mantener una tasa de aplicación media no inferior a 5 litros por metro cuadrado por minuto sobre el área nominal cubierta por los rociadores. La utilización de los rociadores que proporcionen otras cantidades de agua adecuadamente distribuida, será considerada siempre que no se muestren menos eficaces.

1.2.8. Un tanque de presión que tenga un volumen igual a al menos el doble de la descarga de agua especificada en 1.2.9 tiene que proporcionarse.

1.2.9. El tanque tiene que contener una carga permanente de agua, equivalente a la cantidad de agua que se descargaría en un minuto mediante la bomba descrita en 1.2.12, y se tienen que proporcionar los dispositivos para mantener tal presión de aire en el tanque para garantizar que cuando la carga permanente de agua en el tanque se haya utilizado la presión no será inferior a la presión de funcionamiento del rociador, más la presión ejercida por la altura de agua medida desde el fondo del tanque hasta el sistema de rociadores más elevado. Se tienen que proporcionar unos adecuados medios de rellenar el aire bajo presión y de rellenar la carga de agua en el tanque. Una mirilla de cristal adecuadamente protegida tiene que proporcionarse para indicar el correcto nivel de agua en el tanque.



1.2.10. Los medios se tienen que proporcionar para evitar el paso de agua de mar al interior del tanque.

1.2.11. Una motobomba independiente tiene que proporcionarse solamente para fines de continuar automáticamente la descarga de agua desde los rociadores. La bomba tiene que ponerse en funcionamiento automáticamente por la caída de presión en el sistema antes de que la descarga de agua en el tanque de presión se haya acabado completamente.

1.2.12. La bomba y el sistema de tubería tienen que ser capaces de mantener la presión necesaria al nivel del rociador más elevado para garantizar una salida continua de agua suficiente para la cobertura simultánea de una mínima zona de la máxima anchura cuadrada de la embarcación o 280 m² lo que sea menos, bajo la tasa de aplicación especificada en 1.2.7.

1.2.13. La bomba tiene que tener colocada en un lado concreto una válvula de prueba con una tubería de descarga corta de extremo abierto. El área eficaz a través de la válvula y la tubería tiene que ser la adecuada para permitir la liberación de la salida de la bomba requerida mientras mantiene la presión en el sistema especificado en 1.2.9.

1.2.14. La toma de mar de la bomba tiene que estar, siempre que sea posible, en el espacio que contiene la bomba y tiene que disponerse de tal forma que cuando el buque esté a flote no sea necesario cortar el suministro de agua de mar a la bomba para ningún propósito que no sea la inspección o la reparación de la bomba.

1.2.15. La bomba de rociadores y el tanque tienen que situarse en una posición razonablemente alejada de cualquier sala de máquinas de Categoría "A" y en ningún espacio que requiere ser protegido por un sistema de rociadores automáticos.

1.2.16. Cuando la disposición se opone a la ubicación de la bomba y el tanque de conformidad con 1.2.15 para yates no mayores de 50 m de eslora de Regla, la bomba de rociadores y el tanque requerido por el punto 2.16, Sección 2, Capítulo



3, Parte 17 de las Reglas pueden situarse dentro de una sala de máquinas de Categoría "A", pero no dentro de los espacios protegidos por tal sistema.

1.2.17. Para yates de eslora de Regla no superior a 50 m y todas las embarcaciones de servicio, las fuentes de suministro de energía eléctrica para la bomba de agua de mar pueden ser abastecidas de la fuente principal de energía eléctrica.

1.2.18. Tienen que existir no menos de dos fuentes de suministro de energía eléctrica para la bomba de agua de mar y alarma automática y sistema de detección. Cuando una de las fuentes de suministro de energía para la bomba en un motor de combustión interna tiene que situarse de tal forma que un incendio en cualquier espacio no protegido no afecte al suministro de airea las máquinas, además de cumplir con 1.2.15. Cuando las fuentes de suministro de energía para la bomba son eléctricas ver las Secciones 2 y 3 del Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.

1.2.19. El sistema de rociadores tiene que tener una conexión desde el colector contraincendios del buque mediante la colocación de una válvula de no retorno del tipo roscable en la conexión que evitará el retorno del flujo de agua de los rociadores al colector.

1.2.20. Una válvula de prueba tiene que proporcionarse para probar la alarma automática para cada sección de rociadores mediante la descarga de agua equivalente al funcionamiento de un rociador. La válvula de prueba para cada sección tiene que situarse cerca de la válvula de cierre para cada sección.

1.2.21. Se tienen que proporcionar medios para probar el funcionamiento automático de la bomba, reduciendo la presión en el sistema.

1.2.22. Cada sección de rociadores tiene que incluir medios para dar una señal de alarma visual y sonora automáticamente a una o más unidades indicadoras siempre que un rociador entre en funcionamiento. Tales sistemas de alarma tienen que ser tales para indicar si ocurre cualquier fallo en el sistema. Tales unidades tienen que indicar en qué sección, servida por el sistema, se ha producido el incendio y tienen que estar centralizadas en el puente de



navegación. Además, las alarmas visuales y sonoras de la unidad tienen que estar ubicadas en una posición que no sea el puente de mando, para garantizar que la indicación de incendio sea inmediatamente recibida por la tripulación. Se tienen que proporcionar interruptores en una de esas unidades indicadoras, que permitan a la alarma y a los indicadores para cada sección de rociadores de ser probados.

1.2.23. Los cabezales de repuesto de los rociadores se tienen que proporcionar como se especifica en el Cuadro 4.1.1. Los cabezales de los rociadores tienen que almacenarse en cajas o armarios proporcionados para este fin, junto con una herramienta idónea para la eliminación y la instalación de los cabezales. Las cajas o armarios tienen que situarse cerca de la válvula de control en cada sección, y tienen que estar claramente y permanentemente marcados para indicar su contenido.

Cuadro 4.1.1 Requisitos de los recambios

Número de recambios de cabezales de rociadores proporcionado	Número de recambios de cabezales de rociadores requerido
300	Un recambio de cabezal de rociador tiene que proporcionarse por cada 50 cabezales de rociador colocados, con un mínimo de un recambio proporcionado para cada tipo colocado
301 a 1000	12
> 1000	24

1.3 Disposiciones que serán aceptadas como una alternativa a 1.2

1.3.1. El sistema alternativo tiene que ser probado, de un tipo homologado e instalado de conformidad con la Resolución de la OMI A.800(19). Las siguientes excepciones a la Sección 3 del anexo se pueden aplicar:

(a). Cuando la disposición se opone a la localización de la bomba y el depósito de conformidad con [1.2.15](#), para los yates no mayores de 50 m de eslora, la bomba de rociadores y el depósito requeridos en el punto 2.16, Sección 2, Capítulo 3, Parte 17 de las Reglas podrán situarse dentro de una sala de máquinas de la Categoría "A", pero no dentro de espacios a los que tiene que proteger.



(b). Las bombas y los componentes alternativos suministrados deben ser de tamaño tal para ser capaces de mantener el caudal requerido para el área hidráulica más demandante de no menos que la manga máxima al cuadrado de la embarcación o 280 m² cuadrados lo que sea inferior.

1.3.2. Se tienen que proporcionar boquillas de repuesto tal como se especifica en el Cuadro 4.1.2. Las boquillas de repuesto tienen que ser guardadas en cajas o armarios previstos a tal efecto, junto con una herramienta idónea para la eliminación y la instalación de las boquillas. Las cajas o armarios tienen que situarse cerca de la válvula de control para la sección, y tienen que estar claramente y permanentemente marcados para indicar su contenido.

Cuadro 4.1.2 Requisitos de repuestos

Número de boquillas proporcionadas	Número de repuestos de boquillas requerido
300	Una boquilla de repuesto tiene que proporcionarse por cada 50 boquillas instaladas, con un mínimo de repuesto proporcionado por cada tipo colocado
301 a 1000	12
> 1000	24

[Parte 17, Capítulo 4, Sección 2 Sistemas fijos de detección de incendios y sistemas de alarma contra incendios](#)

2.1 Requisitos generales

2.1.1. Cualquier sistema fijo de detección de incendios o alarma requerido con los avisadores manualmente activados tiene que ser capaz de accionarse inmediatamente en todo momento.

2.1.2. Los sistemas de detección de incendios deben cumplir con los requisitos del punto 16.1, Sección 16, Capítulo 2, Parte 17 de las Reglas, además de los requisitos de esta Sección.

2.1.3. Los detectores tienen que ser accionados por el calor, el humo u otros productos de la combustión, las llamas, o cualquier combinación de estos factores. Los detectores accionados por otros factores indicativos de los incendios incipientes pueden ser considerados siempre que no sean menos sensibles que



los detectores. Los detectores de llamas sólo pueden ser utilizados junto con los detectores de humo o calor.

2.1.4. Se tienen que proporcionar instrucciones adecuadas para las pruebas y el mantenimiento.

2.1.5. Para cada tipo de detector instalado, un detector de repuesto debe ser proporcionado por cada 10 cabezales o partes de ellos.

Deben ser guardados en un recipiente adecuado en la estación de control.

2.1.6. La función del sistema de detección debe ser probada periódicamente por medio de equipos que produzcan aire caliente a la temperatura adecuada, o humo o partículas de aerosol con el rango apropiado de densidad o tamaño de las partículas, u otros fenómenos asociados con comienzos de incendios para los cuales el detector está diseñado para responder. Todos los detectores tienen que ser de un tipo tal de manera que se pueda comprobar su correcto funcionamiento y restaurarse a la detección normal sin renovar ningún componente.

2.2 Requisitos de instalación

2.2.1. Los avisadores de accionamiento manual tienen que instalarse en todos los espacios de alojamiento, espacios de servicio y puestos de control. Un avisador de accionamiento manual tiene que encontrarse en cada salida. Los avisadores de accionamiento manual tienen que ser de fácil acceso en los pasillos de cada cubierta de tal manera que ninguna parte del pasillo diste más de 20 m de un punto manual de llamada.

2.2.2. Los detectores de humo tienen que instalarse en todas las escaleras, pasillos y vías de evacuación de los espacios de alojamiento.

2.2.3. Cuando un sistema fijo de detección de incendios y alarma contra incendios es requerido para la protección de espacios que no sea los especificados en el punto 2.2.2, por lo menos un detector que cumpla con 2.1.3, tendrá que instalarse en cada uno de estos espacios.

2.2.4. Los detectores tienen que ubicarse en un sitio óptimo para su buen rendimiento. Las posiciones cerca de los baos y los conductos de ventilación u



otras posiciones donde los patrones de flujos de aire puedan afectar negativamente al rendimiento y posiciones donde puedan producirse impactos o daños físicos se tendrán que evitar. En general, los detectores que se encuentren en el techo tienen que estar a una distancia mínima de 0,5 m de cualquier mamparo.

2.2.5. La separación máxima entre los detectores tiene que estar en conformidad con el Cuadro 4.2.1. Otras separaciones basadas en datos de prueba que demuestren las características de los detectores serán requeridas o autorizadas.

Cuadro 4.2.1 Separación máxima de los detectores

Máximo		Máximo	
Máxima altura		Distancia de separación entre centros, en metros	Distancia de separación de los mamparos, en metros
Tipo de detector	Superficie por detector, m ²		
Calor	37	9	4,5
Humo	74	11	5,5

2.2.6. Los cables eléctricos que formen parte del sistema debe ser dispuestos de modo que no atraviesen cocinas, salas de máquinas de Categoría "A", y otros espacios cerrados de alto riesgo de incendio, salvo cuando sea necesario proporcionarlos para de detección de incendios o alarma contra incendios en tales espacio o para conectarse a la fuente de alimentación apropiada. Véase también el Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.

2.3 Requisitos de diseño

2.3.1. Los detectores de humo requeridos por 2.2.2 deberán estar certificados para operar antes de que la densidad de humo exceda del 12,5 por ciento de oscurecimiento por metro, pero no hasta que la densidad de humo exceda del dos por ciento de oscurecimiento por metro. Los detectores de humo que se instalen en otros espacios tienen que operar dentro de los límites de sensibilidad satisfactorios teniendo en cuenta la anulación de la insensibilidad o la hipersensibilidad de los detectores.

2.3.2. Los detectores de calor deberán estar certificados para operar antes de que la temperatura exceda de 78 °C pero no hasta que la temperatura sea superior a



54 °C, cuando la temperatura se eleve a esos límites a razón de menos de 1 °C por minuto. A mayores tasas de aumento de la temperatura, el detector de calor tiene que operar dentro de los límites de temperatura satisfactorios teniendo en cuenta la anulación de la insensibilidad o hipersensibilidad de los detectores.

2.3.3. La temperatura admisible de funcionamiento de los detectores de calor se puede incrementar a 30 °C por encima de la máxima temperatura en cubierta en salas de secado y espacios similares de temperatura ambiente normalmente alta.

2.4 Requisitos para las salas de máquinas

2.4.1. Las disposiciones de el sistema fijo de detección de incendios y alarma contraincendios en las salas de máquinas tiene que cumplir con los requisitos del punto 2.8, Sección 2, Capítulo 1, Parte 16 de las Reglas.

[Parte 17, Capítulo 4, Sección 3 Sistemas fijos de extinción de incendios en las salas de máquinas](#)

3.1 Sistemas de extinción de incendios con gas

3.1.1. El uso de un agente extintor de incendios que, por sí o en las condiciones de uso, emita gases tóxicos en cantidades tales que puedan poner en peligro a las personas no está permitido.

3.1.2. Las nuevas instalaciones que utilicen medios de extinción, que contengan propiedades que dañen la capa de ozono bajo el Protocolo de Montreal, no están permitidos.

3.1.3. Las tuberías necesarias para transferir un agente extintor de incendios a los espacios protegidos deben ir provistos de válvulas de control que deben ser colocadas de forma que sean fácilmente accesible y no puedan quedar fácilmente aisladas por un incendio. Las válvulas de control deben estar marcadas de modo que indiquen claramente los espacios a que llegan las tuberías. Se tiene que hacer una disposición adecuada para evitar la admisión involuntaria del medio a cualquier espacio. Cuando las tuberías pasen a través de espacios de alojamiento tienen que ser sin costuras y el número de uniones de tuberías tiene que mantenerse al mínimo y hacerse mediante soldadura.



3.1.4. Las tuberías para la distribución de un agente extintor de incendios tienen que ser de tamaño adecuado y estar dispuestas de tal forma, y las boquillas de descargar estas posicionadas para que se obtenga una distribución uniforme del agente extintor. Todas las tuberías deben ser dispuestas para ser autodrenantes y cuando se conduzcan dentro de espacios refrigerados, la disposición será especialmente considerada. Se tienen que proporcionar medios por donde las tuberías individuales a todos los espacios protegidos puedan ser probadas utilizando aire comprimido. Las tuberías de distribución tienen que extenderse al menos 50 mm más allá de la última boquilla.

3.1.5. Las tuberías de acero colocadas en espacios donde se puede producir corrosión tienen que estar galvanizadas, al menos internamente.

3.1.6. Las tuberías de distribución para el dióxido de carbono no deben ser de diámetro inferior a 20 mm.

3.1.7. Se tienen que proporcionar medios para cerrar todas las aberturas por las que pueda entrar aire dentro, o permitir el escape de gases desde, un espacio protegido.

3.1.8. El volumen de los receptores de aire de arranque, convertido a volumen de aire libre, tiene que añadirse al volumen bruto de la sala de máquinas al calcular la cantidad necesaria de agente extintor. Alternativamente, una tubería de descarga desde las válvulas de seguridad se puede instalar y conducirse directamente al aire libre.

3.1.9. Se tienen que proporcionar los medios para dar de forma automática una alerta sonora y visual de la liberación del medio extintor de incendios en cualquier espacio en el que habitualmente trabaje personal o al que tenga acceso. La alarma tiene que funcionar por un tiempo suficiente antes de la liberación del medio.

3.1.10. Cuando las alarmas de accionamiento neumático están instaladas y requieren de pruebas periódicas, el dióxido de carbono no puede utilizarse como un medio de funcionamiento. Las alarmas operadas con aire pueden ser utilizadas siempre que el suministro de aire sea limpio y seco.



3.1.11. *Cuando las alarmas de accionamiento eléctrico se utilizan, los dispositivos deben ser tales para que el mecanismo de accionamiento eléctrico esté fuera de los espacios peligrosos.*

3.1.12. *Los medios de control de cualquier sistema de extinción de incendios con gas tienen que estar fácilmente accesibles y ser fáciles de hacer funcionar y deben estar agrupados en el menor número posible de ubicaciones en lugares donde no puedan quedar cortados por un incendio en un espacio protegido. En cada lugar tienen que haber instrucciones claras relativas al funcionamiento del sistema teniendo en cuenta la seguridad del personal. Dos controles separados tienen que proporcionarse para la descarga de dióxido de carbono en un espacio protegido y cada uno tiene que garantizar la activación de la alarma. Un mando tiene que utilizarse para descargar el gas desde su cilindro de almacenamiento. El segundo mando tiene que utilizarse para abrir la válvula de las tuberías que transportan el gas dentro del espacio protegido. Los dos mandos tienen que ubicarse dentro de una caja de descarga claramente identificada para el espacio en particular. Si la caja que contiene los mandos tiene que ser cerrada, una llave para la caja tiene que estar dentro de un recinto cerrado con un cristal rompible situado junto a la caja. Tiene que haber una caja de descarga dedicada para cada espacio protegido, en el que habitualmente trabaje personal o a los que tengan acceso (véase también 3.1.9). El espacio al que sirve tiene que estar identificado en el cuadro de descarga.*

3.1.13. *La descarga automática del agente extintor de incendios no está permitida.*

3.1.14. *Cuando la cantidad de agente extintor está obligada a proteger a más de un espacio, la cantidad de agente extintor disponible no tiene que ser mayor que la máxima cantidad necesaria para cualquiera de los espacios a ser protegidos.*

3.1.15. *Los medios han de ser proporcionados para que la tripulación pueda comprobar sin riesgos la cantidad de medio en los contenedores.*

3.1.16. *Los recipientes para el almacenamiento de los medios de extinción de incendios y los componentes de presión asociados tienen que diseñarse y*



probarse de acuerdo a los Códigos de Prácticas reconocidos por LR teniendo en cuenta sus ubicaciones y las máximas temperaturas ambientales previstas en el servicio.

3.1.17. El agente extintor de incendios debe conservarse fuera de un espacio protegido, en una habitación que se encuentre en una posición segura y fácilmente accesible y que esté eficazmente ventilada. Cualquier entrada a este compartimiento de almacenamiento tiene que ser preferentemente desde la cubierta abierta y en cualquier caso tiene que ser independiente del espacio protegido. Las puertas de acceso tienen que abrirse hacia afuera, y los mamparos y cubiertas que incluyan puertas y otros medios de cerrar cualquier abertura de los mismos, que constituyan los límites entre dichos compartimientos y los espacios cerrados contiguos, serán estancos. Estas salas de almacenamiento deben ser tratadas como puestos de control.

3.1.18. En los sistemas en que los contenedores descarguen en un colector común, se tienen que proporcionar válvulas anti-retorno en las conexiones de las tuberías de descarga de contenedores al colector para permitir a cualquier contenedor de ser desconectado sin impedir el uso de otros contenedores en el sistema y para evitar la descarga de agente extintor en el sala de almacenamiento de contenedores en el caso de que el sistema entre en funcionamiento. Los colectores deben ser probados por presión hidráulica a 1,5 veces la presión de diseño. La presión de diseño es la presión relativa máxima a la que el sistema puede estar sujeto, y no debe ser inferior a la presión manométrica correspondiente a la temperatura ambiente máxima que se prevé

en el servicio. La presión de cálculo no debe ser mayor que el valor máximo de la presión de la válvula de seguridad del colector.

Después de la prueba hidráulica, los colectores deben ser cuidadosamente limpiados y secados antes de que las válvulas anti-retorno se instalen finalmente.

3.1.19. Para las embarcaciones en servicio sin restricciones, las piezas de repuesto para el sistema serán almacenadas a bordo. Como mínimo, estas tienen que consistir en:



- 1 actuador;
- 1 manguera flexible (cilindro para colector), y
- discos de ruptura del cilindro y arandelas de sellado de todos los cilindros.

3.2 Sistemas de dióxido de carbono

3.2.1. Los sistemas de dióxido de carbono tienen que cumplir con [3.1](#), además de los requisitos restantes de esta Sub-sección.

3.2.2. A los efectos de este apartado el volumen de dióxido de carbono libre tiene que calcularse a razón de 0,56 m³/kg.

3.2.3. Para las salas de máquinas:

(a). La cantidad de dióxido de carbono tiene que ser suficiente para dar un volumen mínimo de gas libre igual a lo mayor de:

- el 40 por ciento del volumen bruto de la mayor sala de máquinas así protegida, excluyendo el volumen de la parte de la cubierta por encima del nivel en que el área horizontal de la cubierta es el 40 por ciento o menos del área horizontal del espacio considerado, medida a medio camino entre la parte superior del tanque y la parte inferior de la carcasa, o bien

- 35 por ciento del volumen bruto de la mayor sala de máquinas protegida, incluyendo la carcasa.

(b). Los porcentajes antes mencionados pueden ser reducidos en un 35 por ciento y 30 por ciento, respectivamente, para las embarcaciones de menos de 2000 toneladas de arqueo.

(c). El sistema de tuberías fijas ha de ser tal para que el 85 por ciento del gas pueda ser descargado en el espacio en dos minutos.

(d). La distribución debe ser tal para que aproximadamente el 15 por ciento de la cantidad necesaria de dióxido de carbono esté dirigida a las áreas de achique.

3.2.4. Dos controles separados tienen que proporcionarse para la descarga de dióxido de carbono en un espacio protegido y cada uno tiene que asegurar la activación de la alarma. Un mando tiene que utilizarse para descargar el gas de



su cilindro de almacenamiento. Un segundo control tiene que utilizarse para abrir la válvula de las tuberías que conduzcan el gas hacia el espacio protegido. Los dos los controles tienen que ubicarse dentro de una caja de descarga que indique claramente el espacio en particular. Si la caja que contiene los controles tiene que estar cerrada, una llave para la caja tiene que ser colocada en un receptáculo cerrado con un cristal rompible situada junto a la caja. Tiene que haber una caja de descarga dedicada para cada espacio protegido en el que habitualmente trabaje personal o al que pueda tener acceso, véase también [3.1.8](#). El espacio que sirve tiene que estar identificado en la caja de descarga.

3.3 Sistemas de espuma de alta expansión

3.3.1. Cualquier sistema requerido de espuma de alta expansión en las salas de máquinas tiene que ser capaz de descargar rápidamente a través de los orificios fijos de descarga una cantidad de espuma suficiente para llenar el mayor de los espacios protegidos, a razón de al menos 1 m de espesor por minuto. La cantidad de líquido espumógeno disponible será suficiente para producir un volumen de espuma igual a cinco veces el volumen de los más grandes espacios protegidos.

3.3.2. La relación de expansión de la espuma no debe exceder de 1000 a 1.

3.3.3. Disposiciones y tasas de descarga alternativas serán consideradas siempre que consigan una protección equivalente.

3.3.4. Los conductos de suministro de espuma, tomas de aire del generador de espuma y el número de unidades de producción de espuma han de ser tales que aseguren una producción de espuma y una distribución eficaces.

3.3.5. La disposición de los conductos de entrega de espuma del generador debe ser tal que un incendio en el espacio protegido no afecte a los equipos de generación de espuma.

3.3.6. El generador de espuma, sus fuentes de suministro de energía, el líquido espumógeno y los medios de control del sistema han de estar en una posición de fácil acceso y ser fáciles de hacer funcionar y deben ser agrupados en el menor número posible de ubicaciones en posiciones donde no puedan quedar aislados



por un incendio en el espacio protegido. Estas estaciones deben ser tratadas como estaciones de control.

3.3.7. Los concentradores de espuma deben ser de un tipo aprobado.

3.4 Sistemas de pulverización de agua a presión

3.4.1. Cualquiera sistema fijo de extinción de incendios mediante pulverización de agua a presión en las salas de máquinas tiene que ir provisto con boquillas de pulverización de un tipo aprobado.

3.4.2. El número y disposición de las boquillas debe ser tal que garantice una distribución eficaz del agua media de al menos cinco litros por metro cuadrado por minuto en los espacios protegidos. Donde se considere necesario tasas de aplicación mayores serán especialmente consideradas. Las boquillas tienen que instalarse por encima de las sentinas, techos de tanques y otras zonas sobre las que el combustible se pueda propagar y también por encima de otros lugares peligrosos de incendiarse dentro de las salas de máquinas.

3.4.3. El sistema debe ser dividido en secciones cuyas válvulas de distribución tienen que estar ubicadas en posiciones accesibles fuera de los espacios a proteger y que no puedan quedar fácilmente aisladas en caso de un incendio en el espacio a proteger.

3.4.4. El sistema tiene que mantenerse cargado a la presión necesaria, y la bomba que suministra el agua para el sistema tiene que ponerse automáticamente en funcionamiento en caso de caída de presión en el sistema.

3.4.5. La bomba tiene que ser capaz de alimentar simultáneamente, a la presión necesaria, todas las secciones del sistema en cualquier compartimento a ser protegido. La bomba y sus mandos han de ser instalados fuera del espacio o espacios a proteger. No tiene que ser posible que un incendio en el espacio o en los espacios protegidos por el sistema de dispersión de agua ponga el sistema fuera de funcionamiento.

3.4.6. La bomba podrá estar accionada por motores de combustión interna independientes, pero si depende de la energía suministrada por el generador de



emergencia, ese generador tiene que disponerse para arrancar automáticamente en caso de fallo de las principales fuentes de energía para la bomba requerida en 3.4.5 esté disponible de inmediato. Cuando la bomba es accionada por un motor de combustión interna independiente este tiene que situarse de forma que un incendio en el espacio protegido no dificulte el suministro de aire al motor.

3.4.7. Se deben tomar precauciones para evitar que las boquillas se obturen con las impurezas del agua o por corrosión de las tuberías, toberas, válvulas y bombas.

Parte 17, Capítulo 4, Sección 4 trajes de bombero

4.1 Componentes

4.1.1. Un traje de bombero debe componerse de:

(a). Equipo individual compuesto de:

(i). Ropa de protección de material para proteger la piel contra el calor irradiado por el fuego y contra las quemaduras y escaldaduras por el vapor. La superficie exterior debe ser resistente al agua.

(ii). Botas y guantes de goma o de otro material no conductores eléctricamente.

(iii). Un casco rígido que proteja eficazmente contra impactos.

(iv). Una lámpara eléctrica de seguridad (linterna de mano) de un tipo aprobado, con un período mínimo de funcionamiento de tres horas.

(v). Un hacha con mango aislado.

(b). Un equipo autónomo de respiración de un tipo aprobado. El volumen de aire contenido en los cilindros del cual tiene que ser de al menos 1200 litros u otros aparatos autónomos de respiración los cuales tienen que ser capaces de funcionar por un período de al menos 30 minutos. Se tienen que proporcionar botellas de repuesto las cuales tienen que mantenerse completamente cargadas excepto cuando existan instalaciones para recargar las botellas a bordo. Al menos dos cargas de respeto para cada aparato respiratorio tienen que proporcionarse, y todas las botellas de aire para la respiración tienen que ser intercambiables.



4.1.2. Para cada aparato de respiración una línea de vida de resistencia y longitud suficiente tiene que facilitarse capaz de ser fijada por medio de un gancho al arnés del aparato o a un cinturón separado, con el fin de evitar que el aparato se suelte que se acciona la línea de vida.

Parte 17, Capítulo 4, Sección 5 planos de control de incendios

5.1 Descripción de los planos

5.1.1. Los planos de disposición general serán expuestos permanentemente, para orientación de los oficiales del buque, utilizando símbolos gráficos que se ajusten a la Resolución A.654 (16) de la OMI, que muestren claramente para cada cubierta las estaciones de control, las diferentes secciones contraincendios rodeadas por divisiones de Clase "A" y "B", junto con detalles de:

- el sistema de detección de incendios y de alarma;
- cualquier instalación de rociadores;
- los dispositivos extintores de incendios;
- los medios de acceso a los distintos compartimientos, cubiertas, etc.;
- la posición de los equipos de bombero;
- el sistema de ventilación, incluyendo los datos de las posiciones de control del ventilador y de los números de identificación de los ventiladores que sirven a cada sección, y
- la ubicación y disposición de la parada de emergencia para las bombas, y para cerrar por a distancia las válvulas de las tuberías de los tanques de combustibles, aceite lubricante y otros aceites inflamables.

5.1.2. Alternativamente, los detalles requeridos por 5.1.1 se pueden establecer en un folleto, una copia del cual se entregará a cada oficial, y una copia tiene que estar en todo momento disponible a bordo en un lugar accesible.

5.1.3. Los planos y folletos tienen que mantenerse al día y cualquier modificación tiene que ser registrada tan pronto como sea posible. La información en dichos planos y folletos tiene que estar en la lengua oficial del estado de la bandera. Si el



idioma no es el Inglés ni el francés, una traducción a uno de esos idiomas debe ser incluida. Además, las instrucciones relativas al mantenimiento y operación de todos los equipos e instalaciones de a bordo para la lucha y contención de incendios tienen que mantenerse juntas en una posición fácilmente accesible.

5.1.4. Un duplicado de los planes de control de incendios o un folleto que contenga dichos planos se almacenará permanentemente claramente señalado en un recinto cerrado resistente a la intemperie fuera de la caseta para información del personal de extinción de incendios de tierra.

Parte 17, Capítulo 4, Sección 6 Extintores de incendios (portátiles y no portátiles)

6.1 Tipos aprobados

6.1.1. Todos los extintores deben ser de tipo y concepción aprobados.

6.2 Agente extintor

6.2.1. Los medios de extinción empleados deben ser adecuados para la extinción de incendios en los compartimentos en los que están destinados a ser utilizados.

6.2.2. Los extintores necesarios para su uso en las salas de máquinas utilizando aceite como combustible deben ser de un tipo adecuado para la extinción de incendios de hidrocarburos.

6.2.3. Los extintores que contienen un agente extintor que, por sí mismo o en las condiciones de uso, emitan gases tóxicos en cantidades tales que puedan poner en peligro a las personas, no están permitidos.

6.3 Capacidad

6.3.1. La capacidad de los extintores portátiles de carga líquida tiene que ser de no más de 13,5 litros, pero no menos de 9 litros. Otros extintores deben ser al menos tan portátiles como los extintores de 13,5 litros de líquido y deben tener una capacidad extintora al menos equivalente a un extintor de 9,0 litros de líquido extintor.

6.3.2. Las siguientes capacidades deben ser consideradas como equivalentes:

- extintor de 9 litros de líquido;



- 4,5 kg de polvo seco;
- 5 kg de dióxido de carbono.

6.4 Cargas de repuesto

6.4.1. Una carga de repuesto tiene que ser proporcionada para cada extintor portátil de incendios el cual pueda ser rápidamente recargado a bordo. Si esto no se puede llevar a cabo, se tienen que proporcionar extintores duplicados.

10.2.9 Sistemas eléctricos:

Parte 16, Capítulo 2, Sección 2 Fuente principal de energía eléctrica:

2.1 General

2.1.1. La fuente de energía eléctrica principal tiene que cumplir con los requisitos de la presente Sección sin recurrir a la fuente de energía de emergencia.

2.2 Número y clasificación de generadores y equipos de conversión

2.2.1. En las condiciones de navegación marítima, el número y la calificación de los grupos electrógenos de servicio y los conjuntos de conversión, tales como transformadores y convertidores de semi-conductores, cuando cualquier conjunto de generación o de conversión está fuera de acción, tienen que:

- (a). ser suficientes para garantizar el funcionamiento de los servicios eléctricos para los equipos esenciales y las condiciones de habitabilidad;
- (b). tener suficiente capacidad de reserva para permitir el arranque del motor más grande, sin causar que ningún motor se detenga o que cualquier dispositivo falle debido a una caída de tensión excesiva en el sistema;
- (c). ser capaces de proporcionar los servicios eléctricos necesarios para iniciar las máquinas propulsoras principales desde una "condición de buque muerto". La fuente de energía de emergencia se debe utilizar para asistir si se puede suministrar potencia al mismo tiempo a los servicios necesarios para ser suministrados por la Sección 3, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas, véase también el punto 2.3.2.



2.2.2. *La disposición de la fuente principal de energía de la embarcación tiene que ser tal para que el funcionamiento de los servicios eléctricos para los equipos esenciales y las condiciones de habitabilidad se pueda mantener, independientemente de la velocidad y dirección de las máquinas de propulsión.*

2.2.3. *Cuando la exigencia de energía eléctrica para mantener la embarcación en condiciones normales de funcionamiento y habitabilidad es generalmente suministrada por un grupo electrógeno, se tienen que proporcionar las disposiciones para evitar la sobrecarga del generador en funcionamiento (véase 6.8). Sobre la pérdida de potencia se tiene que hacer previsión para el arranque automático y la conexión al cuadro de interruptores principales del conjunto de reserva y la reanudación automática secuencial de los servicios esenciales (véase 1.5.1), en un tiempo tan corto como sea posible.*

2.3 Medios de arranque

2.3.1. *Los medios de arranque de los grupos electrógenos de los motores principales tienen que cumplir con los requisitos del Capítulo 1 y Capítulo 2, Parte 10 de las Reglas, según corresponda.*

2.3.2. *Cuando se requiera utilizar la fuente de energía de emergencia para restablecer la propulsión desde una "condición de buque muerto", el generador de emergencia tiene que ser capaz de proporcionar la energía de arranque inicial para las máquinas de propulsión dentro de los 30 minutos de la "condición de buque muerto". La capacidad del generador de emergencia debe ser suficiente para restablecer la propulsión, además de abastecer a los servicios de la Sección 3, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas. Ver el punto 7.1.1, Sección 7, Capítulo 1, Parte 10 de las Reglas y punto 6.1.1, Sección 6, Capítulo 2, Parte 10 de las Reglas para los dispositivos de arranque inicial.*

2.4 Gobernadores del motor principal

2.4.1. *La precisión del gobierno de los principales conjuntos de generación de los motores principales tiene que satisfacer los requisitos del Capítulo 1 y Capítulo 2, Parte 10 de las Reglas.*



2.4.2. La carga eléctrica máxima de paso ha encendido o apagado, no tiene que causar la variación de la frecuencia del suministro eléctrico para superar los parámetros indicados en el punto 1.7.2, Sección 1, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas, véase también el Capítulo 1 y Capítulo 2, Parte 10 de las Reglas.

Parte 16, Capítulo 2, Sección 4 Fuente externa de energía eléctrica

4.1 Suministros temporales externos (conexión a tierra)

4.1.1. Cuando se hacen los arreglos para el suministro de electricidad a partir de una fuente en tierra o en otro lugar, una caja de conexión tiene que ser instalada en una adecuada posición para la adecuada recepción de las cables flexibles de la fuente externa y que contenga un disyuntor o interruptor de aislamiento y fusibles y terminales que incluyan uno conectado a tierra, de tamaño y forma suficiente para facilitar una conexión satisfactoria de las tres fases del abastecimiento externo con los neutros a tierra.

4.1.2. Los cables adecuados, fijados de manera permanente, se tienen que proporcionar, conectando las terminales en la caja de conexión hasta un interruptor automático en el cuadro principal. Se tiene que proporcionar un indicador en el cuadro principal con el fin de mostrar cuando los cables se energizan.

4.1.3. Se tienen que proporcionar los medios adecuados para el control de la secuencia de fase de la fuente de entrada.

4.1.4. En la caja de conexión se tienen que proporcionar un aviso dando información completa sobre el sistema de suministro, la tensión y la frecuencia normal de la instalación del sistema y el procedimiento para llevar a cabo la conexión.

4.1.5. Unas disposiciones alternativas podrán presentarse para su consideración.

Parte 16, Capítulo 2, Sección 5 Suministro y distribución

5.1 Sistemas de abastecimiento y distribución

5.1.1. Los siguientes sistemas de generación y distribución son aceptables:



(a). *en corriente continua, de dos hilos;*

(b). *en corriente alterna, monofásico, de dos hilos;*

(c). *en corriente alterna, trifásicos; de tres cables; de cuatro hilos con neutro sólidamente conectado a tierra, pero sin retorno por el casco.*

5.1.2. *Las tensiones del sistema para tanto la corriente alterna como la corriente directa en general no deben exceder de:*

(a). *15 000 V con fines de propulsión;*

(b). *500 V para la alimentación, la cocina y equipos de calefacción permanentemente conectados al cableado fijo;*

(c). *250 V para iluminación, calentadores de camarotes y habitaciones públicas, y otras aplicaciones no mencionadas anteriormente;*

(d). *Tensiones superiores a estas, serán objeto de especial consideración.*

5.1.3. *La disposición del sistema principal de suministro debe ser tal para que un incendio u otro siniestro en un espacio que contenga la principal fuente de energía eléctrica, el correspondiente equipo de conversión, en su caso, el cuadro principal, o el cuadro de la iluminación principal no inutilice cualquier servicio de emergencia, excepto los situados en el espacio donde el fuego o accidente se ha producido.*

5.1.4. *El cuadro de distribución principal debe situarse próximo a la fuente principal de energía, en la medida de lo posible, de manera que la integridad del sistema principal de suministro solo se vea afectado por un incendio u otro siniestro en un espacio.*

5.1.5. *La disposición del sistema de suministro de emergencia tienen que ser tal para que un incendio u otro siniestro en los espacios de que contienen la fuente de energía de emergencia, el correspondiente equipo de conversión, en su caso, el cuadro de emergencia y el cuadro de iluminación de emergencia, no cause la pérdida de los servicios necesarios para mantener la propulsión y la seguridad del buque.*



5.1.6. Los sistemas de distribución necesarios en caso de emergencia deben ser dispuestos de modo que un incendio en cualquier zona vertical principal no interfiera en la distribución de emergencia en cualquier otra zona.

5.1.7. Los alimentadores de las fuentes de energía principales y de emergencia tienen que ser separados tanto vertical como horizontalmente, tan ampliamente como sea posible.

5.1.8. Para las embarcaciones de pasajeros (A) o de pasajeros (B) o embarcaciones de carga de 500 toneladas de arqueo o más, y en cualquier caso, cuando la potencia total instalada de los grupos electrógenos principal sea superior a 3 MW, o se suministre a alta tensión, se tienen que hacer los arreglos necesarios para que sea posible dividir el cuadro, mediante enlaces u otros medios extraíbles, dentro de al menos dos secciones independientes, cada una suministrado por al menos un generador.

5.1.9. Cuando sea aplicable 5.1.8 y los servicios esenciales que se repiten sean abastecidos desde un cuadro de distribución, se tendrán que hacer los arreglos necesarios para que sea posible dividir el cuadro de distribución en al menos dos secciones independientes cada una abastecida de una sección independiente del cuadro principal ya sea directamente o a través de un transformador.

5.2 Servicios esenciales

5.2.1. Los servicios esenciales que requieren ser duplicados tienen que ser abastecidos por circuitos individuales, separados en sus cuadros de distribución y en toda su longitud tan ampliamente como sea posible sin el uso de alimentadores comunes, dispositivos de protección, circuitos de control o ensamblajes del dispositivo de control, de modo que cualquier único fallo no cause la pérdida de ambos servicios.

5.2.2. Cuando se aplica 5.2.1 las principales barras de distribución del cuadro, o cuadros de distribución, tienen que ser capaces de ser separados, mediante puentes desmontables u otros medios, en al menos dos secciones independientes, cada una suministrada por al menos un generador, ya sea



directamente o a través de un convertidor. Los servicios esenciales tienen que dividirse de manera equitativa, en la medida de lo posible, entre las secciones independientes.

5.2.3. Cuando 5.1.8 es aplicable se tiene que hacer previsión para transferir a un circuito temporal los servicios esenciales que no requieran ser, y no han sido, duplicados en el caso de pérdida de su sección normal del cuadro.

5.2.4. Cuando la pérdida del suministro eléctrico a un servicio esencial en particular que no está duplicado causaría un grave riesgo para la embarcación, este tiene que ser alimentado por dos suministros independientes que cumplan con 5.2.1. Tales circuitos tienen que ir provistos con protección contra los cortocircuitos y sobrecargas y alarma de fallo de fase. El fallo de cualquier suministro no tiene que causar riesgo para la nave durante el cambio al suministro alternativo.

5.3 Aislamiento y conmutadores

5.3.1. Los circuitos de entrada y salida de cada cuadro tienen que ir provistos con medios de aislamiento y conmutadores para permitir a cada circuito de ser desconectado:

- (a). de la carga;*
- (b). para el mantenimiento mecánico;*
- (c). en caso de emergencia para prevenir o eliminar el peligro.*

Se deben tomar precauciones para minimizar el riesgo de cambiar de forma fortuita o accidental.

5.3.2. El aislamiento y los conmutadores tienen que ser por medio de un interruptor o conmutador dispuesto para abrir y cerrar simultáneamente todos los polos aislados. Cuando un interruptor se utiliza como medio de aislamiento y de conmutación, tiene que ser capaz de:

- (a). apagar el circuito en carga;*



(b). resistir, sin daños, las sobre tensiones que puedan surgir durante las sobrecargas y cortocircuitos.

Además, estos requisitos no tienen que oponerse a la prestación de interruptores de control de un único polo en sub-circuitos finales, por ejemplo, interruptores de luz. Para los disyuntores, véase el punto 6.5, Sección 6, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.

5.3.3. Se tiene que hacer previsión, de acuerdo con uno de los siguientes, para evitar que cualquier circuito se energice inadvertidamente:

(a). el interruptor o conmutador puede ser retirado o bloqueado en la posición abierta;

(b). la manivela de operación del disyuntor o interruptor se puede quitar;

(c). los fusibles del circuito, cuando están instalados, se pueden extraer fácilmente y ser retenidos por el personal autorizado.

5.3.4. Cuando un cuadro de sección, de distribución o elemento del equipo puede ser suministrado por más de un circuito, un dispositivo de conmutación debe facilitarse para permitir a cada circuito de entrada de ser aislado y el suministro trasladado al circuito alternativo.

5.3.5. El dispositivo de conmutación requerido por 5.3.4 tienen que situarse dentro o adyacente al cuadro de distribución o elemento del equipo. En caso necesario, los dispositivos de enclavamiento se deben proporcionar para evitar que los circuitos se energicen inadvertidamente.

5.3.6. Un aviso tiene que fijarse en cada cuadro de distribución o elemento del equipo al cual 5.3.4 aplica advirtiendo a la tripulación antes de tener acceso a partes energizadas de la necesidad de abrir los disyuntores o interruptores adecuados, a menos que un dispositivo de enclavamiento se proporcione de forma que todos los circuitos estén aislados antes de tener acceso a ellos.

5.4 Sistemas de distribución aislados



5.4.1. *Un dispositivo(s) tiene que instalarse para cada sistema de distribución aislamiento, ya sea primario o secundario, por la energía, la calefacción y los circuitos de alumbrado, para monitorear continuamente el nivel de aislamiento a tierra y para activar una alarma en caso de un nivel anormalmente bajo de la resistencia de aislamiento.*

5.4.2. *En caso de que cualquier sistema de baja tensión aislado es suministrado a través de transformadores del sistema de alta tensión, deben adoptarse las precauciones adecuadas para evitar que el sistema de baja tensión se cargue con fugas capacitativas del sistema de alta tensión.*

5.4.3. *Si se han instalado filtros, por ejemplo, para reducir la susceptibilidad de EMC, estos no deben causar que los sistemas de distribución se conecten inintencionadamente a tierra.*

5.5 Sistemas de distribución conectados a tierra

5.5.1. *Ningún fusible, interruptor no vinculado o disyuntor no vinculado tiene que insertarse en un conductor de puesta a tierra. Cualquier interruptor o disyuntor colocado tiene que operar simultáneamente en el conductor de tierra y en los conductores aislados. Estos requisitos no deben oponerse a la previsión (para fines de ensayos) de un enlace aislado para utilizarse solo cuando los otros conductores están aislados.*

5.5.2. *Para los sistemas de alta tensión, cuando el sistema a tierra neutral de generación y distribución primario es utilizado, la puesta a tierra debe hacerse a través de una impedancia con el fin de limitar la corriente total de puesta a tierra a una magnitud que no exceda la del cortocircuito trifásico para la que los generadores son diseñados.*

5.5.3. *Los generadores neutrales deben conectarse en común, siempre que el contenido del tercer armónico de la forma de onda de la tensión de cada generador no supere el cinco por ciento.*

5.5.4. *Cuando un cuadro de interruptores está dividido en secciones que funcionan independientemente o cuando existen cuadros separados, el neutro de*



tierra tiene que proporcionarse para cada sección o para cada cuadro de interruptores. Se tienen que proporcionar medios para garantizar que la conexión a tierra no se quita cuando los generadores están aislados.

5.5.5. Unos medios de aislamiento tienen que instalarse en la conexión a tierra de cada generador de forma que los generadores puedan aislarse completamente para el mantenimiento.

5.5.6. Todas las impedancias de puesta a tierra tienen que conectarse a una conexión de tierra común. Las conexiones a la conexión a tierra común deben disponerse de forma que las corrientes circulantes en las conexiones de tierra no interfieran con los circuitos de radio, radar, comunicaciones y del equipo de control.

5.6 Factor de diversidad

5.6.1. Los circuitos alimentadores de dos o más sub circuitos finales tienen que ser clasificados de conformidad con la carga total conectada con sujeción, en casos justificados, a la aplicación de un factor de diversidad. Cuando se proporcionan maneras de repuesto en un cuadro de sección o de distribución, una tolerancia para el futuro incremento de la carga tiene que añadirse a la carga total de conexión antes de la aplicación de cualquier factor de forma.

5.6.2. Un factor de diversidad debe ser aplicado para el cálculo del tamaño del cable y calificación de los equipos de conmutación y fusibles, teniendo en cuenta el ciclo de trabajo de las cargas conectadas y la frecuencia y la duración de las cargas de arranque de cualquier motor.

5.6.3. Para los molinetes y motores de las grúas el factor de diversidad tienen que calcularse y presentarse cuando sea necesario.

5.7 Circuitos de iluminación

5.7.1. Los circuitos de iluminación deben ser suministrados por subcircuitos finales separados de los de calefacción y de energía. Esto no se opone al suministro procedente del circuito de iluminación que suministra un aparato fijo único, como un ventilador, una máquina de afeitar, un calentador de armario o



anti-condensación, teniendo una corriente máxima de 2 A. (Esto no se aplica a los calentadores de cabinas o de vestuarios).

5.7.2. La iluminación para los espacios de máquinas, puestos de control, espacios normales de trabajo, grandes cocinas, corredores, escaleras que conducen a las cubiertas del barco y en salas públicas tiene que ser suministrada desde al menos dos subcircuitos finales de tal forma que el fallo en cualquiera de estos circuitos no deje el espacio en la oscuridad. Uno de estos circuitos puede ser el circuito de emergencia, siempre que sea normalmente energizado.

5.7.3. La iluminación para espacios cerrados peligrosos tienen que ser suministrada por al menos dos subcircuitos finales para permitir que la iluminación desde un circuito pueda conservarse mientras se lleva a cabo el mantenimiento en el otro.

5.7.4. La iluminación de emergencia debe ser instalada de conformidad con la Sección 3, véase también la Sección 17, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.

5.7.5. La iluminación de los espacios sin dotación tiene que ser controlada mediante interruptores con múltiples polos situados fuera de tales espacios. Se tiene que hacer previsión para el aislamiento completo de tales circuitos y el bloqueo de los medios de control en la posición de apagado.

5.8 Circuitos del motor

5.8.1. Un sub-circuito final separado tiene que ser suministrado para cada motor para los servicios esenciales, véase el punto 1.5.1, Sección 1, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.

5.9 Control de los motores

5.9.1. Cada motor eléctrico tienen que contar con medios eficientes para el arranque y la parada colocados de tal forma para que sean fácilmente activables por la persona que controla el motor. Cada motor por encima de 0,5 kW tiene que contar con los aparatos de control que figuran en 5.9.2 a 5.9.4.

5.9.2. Se tienen que proporcionar los medios para evitar el restablecimiento no deseado después de una parada debida a bajas tensiones o a la pérdida total de



la tensión. Esto no aplica a los motores cuando una condición peligrosa pueda resultar del fallo en el restablecimiento automático, por ejemplo, el dispositivo de control del motor.

5.9.3. Los medios para la desconexión automática del suministro en el caso de exceso de tensión debido a sobrecargas mecánicas del motor se tienen que proporcionar, véase también el punto 6.9, Sección 6, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.

5.9.4. El dispositivo de control del motor tiene que ser adecuado para la corriente de arranque y para toda la corriente clasificada de carga total del motor.

[Parte 16, Capítulo 2, Sección 6 Diseño del sistema – Protección](#)

6.1 Generalidades

6.1.1. Las instalaciones deben ser protegidas contra las sobrecargas incluyendo los cortocircuitos y otros fallos eléctricos. Los espacios de tiempos de disparo/fallo de los dispositivos de protección tienen que proporcionar una completa protección coordinada para garantizar:

(a). la disponibilidad de los servicios esenciales y de emergencia en condiciones de fallo a través de la acción discriminatoria de la los dispositivos de protección, en la medida de lo posible los dispositivos también tienen que garantizar la disponibilidad de otros servicios;

(b). la eliminación del fallo para reducir el daño al sistema y el peligro de incendio.

6.1.2. Se tienen que proporcionar protecciones de cortocircuitos y de sobrecargas en cada línea sin toma de tierra de cada sistema de suministro y de distribución, a menos que estén exentos en virtud de las disposiciones de cualquier párrafo de esta Sección.

6.1.3. Los sistemas de protección han de ser desarrollados mediante un proceso sistemático de diseño que incorpore métodos de validación para garantizar la aplicación satisfactoria de los requisitos anteriores. Los detalles de los procedimientos utilizados tienen que presentarse cuando se solicite.



6.1.4. *Se tiene que proporcionar protección contra cortocircuitos para cada fuente de energía y en cada punto en el cual el circuito de distribución se separa en dos o más circuitos auxiliares.*

6.1.5. *Cuando se proporciona protección para los circuitos del generador de energía en el cuadro asociado, el cableado entre el generador y el cuadro tiene que ser de un tipo, e instalarse de tal manera para minimizar el riesgo de corto circuito.*

6.1.6. *Se tiene que proporcionar protección para los circuitos de la batería en una posición exterior y adyacente a los compartimentos de la batería.*

6.1.7. *La protección puede ser omitida en lo siguiente:*

(a). *Circuitos de la batería de arranque del motor.*

(b). *Circuitos para los que se puede demostrar que el riesgo resultante de la mala operación del dispositivo de protección puede ser mayor que la resultante de un fallo.*

6.1.8. *La protección de cortocircuito puede ser omitida en el cableado de los elementos de los equipos internamente protegidos contra los cortocircuitos o cuando puede demostrarse que no es probable que ocurra un cortocircuito o no es práctico por razones operativas (por ejemplo, dentro de los compartimentos de la batería), y donde el cableado está instalado en una forma tal para minimizar el riesgo de cortocircuito.*

6.1.9. *La protección de sobrecarga puede ser omitida en lo siguiente:*

(a). *de una línea de circuitos del tipo aislado;*

(b). *los circuitos que suministran a los equipos incapaces de ser sobrecargados, o la sobrecargar el cable de suministro asociado, bajo condiciones normales, y no es probable que caigan en una condición de sobrecarga.*

6.2 *Protección contra los cortocircuitos*

6.2.1. *Se tiene que proporcionar protección contra las corrientes de cortocircuito mediante disyuntores o fusibles.*



6.2.2. *La capacidad de cortocircuito clasificada de cada dispositivo de protección tiene que ser adecuada para el nivel de fallo probable en su punto de instalación; los requisitos para los disyuntores y fusibles de cortocircuito se detallan en 6.4 y 6.5, respectivamente.*

6.2.3. *La corriente de fallo probable tiene que calcularse para el siguiente conjunto de condiciones:*

(a). *todos los generadores, motores y, cuando sea el caso, todos los transformadores, conectados en la medida de lo posible por medio de cualquier dispositivo de unión;*

(b). *un fallo de impedancia negligible cerca del costado de la carga del dispositivo de protección.*

6.2.4. *En caso de falta de datos precisos, la corriente de fallo probable debe tomarse como:*

(a). *para los sistemas de corriente alterna en el cuadro principal: 10 x f.l.c. (corriente de carga total clasificada) para cada generador que debe ser conectado, si la reactancia subtransitoria del eje directo, X''_d , de cada generador es conocida, para cada generador y 3 x f.l.c. para motores que están en servicio simultáneamente;*

El valor obtenido de arriba es una aproximación a la corriente a la tensión de fallo simétrica r.m.s.; el pico asimétrico de la corriente de fallo debe estimarse como 2,5 veces esta figura (correspondiente al factor de potencia de fallo de aproximadamente 0,1).

(b). *los sistemas de corriente continua alimentados por baterías en las terminales de las baterías:*

(i). *la velocidad de 15 veces amperios hora de la batería para células de plomo-ácido abiertas, o del tipo alcalino destinadas para la descarga a bajas velocidades correspondiente a una duración de la batería superior a tres horas, o*

(ii). *La velocidad de 30 veces amperios hora de la batería para células de plomo-ácido selladas que tengan una capacidad de 100 amperios hora o más, o del tipo*



alcalino destinadas para la descarga a altas velocidades correspondiente a una duración de la batería no superior a tres horas y,

(iii). 6 x f.l.c. para motores que están en funcionamiento simultáneamente, si es posible.

6.3 Protección contra las sobrecargas

6.3.1. Los fusibles, disyuntores y otros dispositivos de protección equipados con protección contra las sobrecargas tienen que tener características de fusión/desconexión que garanticen la protección del cableado y la maquinaria eléctrica contra el sobrecalentamiento resultante de la sobrecarga mecánica o eléctrica.

6.3.2. Los fusibles de un tipo destinado sólo para la protección contra los cortocircuitos (por ejemplo, enlaces de fusibles que cumplan con la Publicación IEC 60269-1, del tipo "a") no deben ser utilizados para la protección de la sobrecarga.

6.4 Protección contra los fallos de la toma de tierra

6.4.1. Cada sistema de distribución que tenga una conexión internacional a tierra, por medio de una impedancia, tiene que ir equipado con medios para controlar continuamente e indicar la corriente que fluye en la conexión de tierra.

6.4.2. Si la corriente en la conexión de tierra supera los 5A tiene que existir una alarma y la corriente tiene que ser automáticamente interrumpida o limitada a un valor seguro.

6.4.3. La capacidad clasificada de cortocircuito de cualquier dispositivo utilizado para interrumpir las corrientes de fallo no debe ser inferior a la corriente probable de fallo de tierra en su punto de instalación.

6.4.4. Los sistemas de neutro aislado con una distorsión armónica de la onda de tensión, que puede resultar en corrientes de fallo a tierra superiores al nivel dado en 6.4.2 debido a efectos de capacitación, tienen que ir equipados con dispositivos para aislar a los circuitos defectuosos.



6.5 Disyuntores

6.5.1. Los disyuntores para los sistemas de corriente alterna tienen que satisfacer las siguientes condiciones:

(a). la corriente simétrica r.m.s para la que el dispositivo es clasificado no debe ser inferior al valor de r.m.s del componente de corriente alterna de la posible corriente de fallo, en el instante de separación del contacto;

(b). el pico asimétrico que hace la corriente para la que el dispositivo es clasificado no debe ser inferior que el valor del pico de la probable corriente de fallo en la primera mitad del ciclo, permitiendo la máxima asimetría.

(c). el factor de potencia en el cual las velocidades de cortocircuito están asignadas no tiene que ser superior al de la probable corriente de fallo; alternativamente para las altas tensiones, el porcentaje clasificado del componente de corriente continua de la corriente de cortocircuito del dispositivo no debe ser inferior a la de la probable corriente de fallo.

6.5.2. Los disyuntores para los sistemas de corriente continua tienen que tener una tensión no inferior a la probable corriente de fallo inicial. La constante del tiempo de la corriente de fallo no tiene que ser superior a la que el disyuntor ha sido probado.

6.5.3. Las velocidades de fallo consideradas en 6.5.1. y 6.5.2. tienen que asignarse en base a que el dispositivo sea adecuado para su utilización posterior después de la eliminación del fallo.

6.6. Fusibles

6.6.1. Los fusibles para los sistemas de corriente alterna tienen que tener una velocidad de corriente no inferior al valor de r.m.s inicial del componente de corriente alterna de la probable corriente de fallo.

6.6.2. Los fusibles para los sistemas de corriente continua tienen que tener una velocidad de corriente continua no inferior al valor inicial de la probable corriente de fallo.



6.7 Los disyuntores requieren protección por medio de fusibles u otros dispositivos

6.7.1. La utilización de un disyuntor que tenga una capacidad de cortocircuito inferior a la corriente de cortocircuito probable en el punto de instalación se permite, siempre que este precedido por un dispositivo que tenga al menos la capacidad de cortocircuito necesaria. Los disyuntores del generador no deben utilizarse para este fin.

6.7.2. El mismo dispositivo debe proteger a más de un disyuntor siempre que ningún servicio no esencial o de emergencia se suministre de él, o que cualquier otro dispositivo esté duplicado mediante dispositivos no afectados por la desconexión del dispositivo.

6.7.3. La combinación del dispositivo de protección y el disyuntor tienen que tener un rendimiento de cortocircuito al menos igual al del único disyuntor satisfaciendo los requisitos de [6.5](#).

6.7.4. Se tienen que presentar evidencias de las pruebas de la combinación para su consideración, alternativamente, de tiene que tener en consideración los arreglos cuando se pueda demostrar que:

(a). la toma de corriente, por encima del cual el dispositivo de protección podría eliminar un fallo, no es superior a la capacidad de corte de cortocircuito clasificada del disyuntor y;

(b). las características del dispositivo de protección, y el nivel de probable de fallo, son tales que el pico de las corrientes de fallo clasificadas del disyuntor no pueden superarse y;

(c). la integral de Joule de la corriente que pasa a través del dispositivo de protección no supera a la corriente de corte clasificada correspondiente y tiempo de abertura del disyuntor.

6.8 Protección de los generadores

6.8.1. El mecanismo de protección requerido por 6.8.2 y 6.8.3 tiene que proporcionarse como mínimo.



6.8.2. Los generadores no dispuestos para funcionar en paralelo tienen que ir equipados con un disyuntor dispuesto para abrir simultáneamente, en el caso de cortocircuito, sobrecarga o baja tensión, todos los polos aislados. En el caso de los generadores de potencia inferior a 50 kW, un interruptor de enlaces múltiples con un fusible, que cumpla con el punto 5.3.2, Sección 5, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas, en cada polo aislado será aceptado.

6.8.3. Los generadores dispuestos para actuar en paralelo han de ir equipados con un interruptor automático dispuesto para abrir todos los polos aislados simultáneamente en el caso de un cortocircuito, una sobrecarga o de bajo voltaje. Este interruptor automático tiene que ir provisto con una protección de energía inversa con retardo de tiempo seleccionado o fijado dentro de los límites de dos por ciento al 15 por ciento de la plena carga a un valor fijo de acuerdo con las características de la máquina motriz. Una caída del 50 por ciento en el voltaje aplicado no tiene que hacer inoperativo el mecanismo de inversión, aunque pueda alterar la cantidad de energía de inversión necesaria para abrir los interruptores.

6.8.4. Los dispositivos de sobrecarga y cortocircuito del disyuntor del generador, o las características del fusible, tienen que ser tales para que la capacidad de la máquina de soportar la temperatura no se supere.

6.8.5. Los generadores con una capacidad de 1500 kVA o por encima tienen que ir equipados con un dispositivo protector el cual, en caso de un cortocircuito en el generador o en el cable entre el generador y el interruptor automático, abra instantáneamente el interruptor automático y des-excite el generador.

6.8.6. La tensión y la configuración del tiempo de retardo de los mecanismo de liberación de la baja tensión requeridos por 6.8.2 y 6.8.3 tiene que ser elegida para garantizar que la acción discriminatoria requerida por [6.1.1 \(a\)](#) se mantenga.

6.9 Gestión de la carga

6.9.1. Se tienen que hacer los arreglos necesarios para desconectar de forma automática, después de un intervalo de tiempo apropiado, los circuitos de la las categorías indicadas a continuación, cuando el generador(es) son sobrecargados;



suficiente para garantizar que el grupo electrógeno conectado(s) no estén sobrecargados:

(a). circuitos que no sean esenciales;

(b). servicios de circuitos de alimentación para la habitabilidad, véase el punto 1.5.2, Sección 1, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas;

(c). en buques de carga, los circuitos de refrigeración de la carga.

6.9.2. Si es necesario, este cambio de carga puede llevarse a cabo en una o más etapas, en cuyo caso los circuitos que no sean esenciales se incluirán en el primer grupo en ser desconectado.

6.9.3. Se tiene que proporcionar una alarma para que indique cuando se ha producido ese cambio.

6.9.4. Se tiene que tener en cuenta el proporcionamiento de medios para inhibir de forma automática el arranque de los motores grandes, o de la conexión de otras grandes cargas, hasta que la suficiente capacidad de generación esté disponible para su suministro.

6.9.5. Cuando la planta de generación eléctrica está equipada con control automático o remoto de manera que bajo condiciones normales de funcionamiento, no requiere ninguna intervención manual por los operadores, esta tiene que contar con alarmas acústicas y visuales para:

(a). Barra de distribución de tensión, alta o baja.

(b). Barra de distribución de frecuencia; baja.

(c). Funcionamiento de la conmutación de carga.

(d). Generador de refrigeración de aire de alta temperatura; máquinas de circuito cerrado de aire solamente.

6.10 Circuitos de alimentación

6.10.1. El aislamiento y la protección de cada circuito de alimentación deben ser garantizados por un interruptor automático múltiple o vinculado con un fusible en cada conductor aislado. La protección tiene que estar en conformidad con 6.2 y



6.3. Los dispositivos de protección tienen que permitir que un exceso de corriente pase durante el período de aceleración normal de los motores.

6.11 Circuitos del motor

6.11.1. Los motores de potencia superior a 0,5 kW y todos los motores de los servicios esenciales deben ser protegidos de forma individual contra la sobrecarga y el cortocircuito. Para los motores que están duplicados para los servicios esenciales, la protección de sobrecarga puede ser sustituida por una alarma de sobrecarga; las medidas para las unidades de gobierno de los motores deben cumplir con el punto 14.1, Sección 14, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.

6.11.2. La protección para tanto el motor como para su cable de alimentación puede ser proporcionada por el mismo dispositivo, a condición de que, se tengan en cuenta las diferencias entre las calificaciones del cable y del motor.

6.11.3. Cuando el funcionamiento de un elemento del equipo depende de un número de motores, podrá tenerse en consideración la prestación de unos medios comunes de protección de cortocircuitos.

6.11.4. Para los motores para el servicio intermitente, las características de los dispositivos para la protección de sobrecarga tienen que elegirse en relación con el factor(es) de carga del motor(es).

6.11.5. Cuando los fusibles se utilizan para proteger los circuitos polifásicos de los motores, se tienen que proporcionar medios para proteger al motor del sobre corriente inaceptable en el caso de monofásico.

6.12 Protección de los transformadores

6.12.1. La protección contra cortocircuitos de los transformadores debe ser proporcionada por los interruptores automáticos o fusibles en el circuito primario y, además, la protección de sobrecarga debe proporcionarse en el circuito primario o secundario.

6.12.2. Los arreglos se deben hacer para evitar que el primario del transformador se excite inadvertidamente desde el secundario cuando se desconecta de su fuente de suministro.



Parte 16, Capítulo 2, Sección 7 Equipos de conmutación y engranajes de control:

7.1 Requisitos generales

7.1.1. Los equipos de conmutación y engranajes de control y sus componentes deben cumplir con una de las siguientes normas modificada cuando sea necesario para la temperatura ambiente y otras condiciones ambientales:

(a). Publicación CEI 60439: equipos de conmutación de baja tensión y engranajes de control;

(b). Publicación CEI 60298: AC conmutación y engranajes de control de metal cerrados para tensiones nominales superiores a 1 kV y hasta 72,5 kV incluidos;

(c). Publicación CEI 60466: AC conmutación aislado-encerrada para tensiones nominales superiores a 1 kV y hasta el 38 kV incluidos;

(d). CEI 60255: Relés eléctricos;

(e). Normas Nacionales aceptables y relevantes.

Además, los requisitos de 7.2 a 7.18, Sección 7, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas deben ser cumplidos.

7.2 Barras electrificadas

7.2.1. Las barras electrificadas y sus conexiones deben ser de cobre o de aluminio, todas las conexiones debe estar hechas de tal modo para inhibir la corrosión / oxidación entre las caras en contacto que transportan el corriente, que pueden dar lugar a un contacto eléctrico deficiente provocando un aumento del sobrecalentamiento. Las barras electrificadas y sus soportes deben ser diseñados para soportar los esfuerzos mecánicos que puedan surgir durante los cortocircuitos. Un informe de ensayo o de cálculo para verificar la resistencia para soportar un corto-circuito del sistema de barras electrificadas tiene que presentarse para su consideración cuando sea necesario.

7.2.2. El aumento de temperatura máxima admisible para conductores desnudos es de 45 ° C. Un informe de ensayo o de cálculo para verificar la corriente nominal



asignada al sistema de barras electrificadas tiene que presentarse para su consideración cuando sea necesario.

7.3 Interruptores automáticos

7.3.1. Los interruptores automáticos deben cumplir con una de las siguientes normas modificadas en caso necesario para la temperatura ambiente:

*a). Publicación CEI 60947-2: Aparatos de baja tensión y mecanismos de control
Punto 2: interruptores automáticos;*

(b). Publicación CEI 60056: Interruptores automáticos de alta tensión de corriente alterna;

(c). Normas nacionales aceptables y relevantes.

Se tienen que presentar los informes de los tipos de ensayos para verificar las características de un interruptor automático para su consideración cuando sea necesario.

7.3.2. Los interruptores automáticos deben ser del tipo desconexión libre y, en su caso, estar equipados con control anti bombeo.

7.3.3. Los interruptores automáticos tienen que ser del tipo extraíble o con medios o dispositivos equivalentes permitiendo el mantenimiento seguro mientras las barras electrificadas están activas.

7.4 Contactores

7.4.1. Los contactores de alta tensión deben cumplir con una de las siguientes normas modificadas en caso necesario para la temperatura ambiente.

(a). Publicación CEI 60470: Contactores de alta tensión de corriente alterna.

(b). Normas nacionales aceptables y relevantes.

Se tienen que presentar los informes de los tipos de ensayos para verificar las características de un contactor cuando sea necesario.



7.4.2. Los contactores de alta tensión deben ser del tipo extraíble o de medios o dispositivos que permitan un mantenimiento seguro, mientras las barras electrificadas están activas.

7.5 Distancias de separación y fuga

7.5.1. Las distancias más cortas entre las partes conductoras y entre las partes conductoras y la tierra en el aire o en la superficie de un material aislante, deben ser adecuadas para la tensión nominal, teniendo en cuenta la naturaleza de los materiales aislantes y de las sobre tensiones transitorias desarrolladas por las condiciones de cambio y de fallo. Este requisito puede ser satisfecho sometiendo a cada tipo de montaje a una prueba de choque de tensión de acuerdo con su normativa de construcción o, alternativamente, manteniendo las distancias mínimas para a partes conductoras en equipos de conmutación y engranajes de control que figuran en el Cuadro 2.7.1.

Cuadro 2.7.1 Distancias de separación mínima

Tensión nominal V	Separación mínima (mm) entre las fases y la tierra		Separación mínima (mm) entre las fases
	Neutro a tierra	Neutro aislado	
≤ 660	16	19	19
1000	25	25	25
3600	55	55	55
7200	70	100	100
12000	85	140	140
15000	100	165	165

7.5.2. Se deben proporcionar barreras o protecciones en la zonas de las conexiones a los equipos, cuando sea necesario para mantener las distancias mínimas del Cuadro 2.7.1.

7.5.3. Las distancias de fugas no pueden ser determinadas con exactitud, ya que dependen del material aislante, los depósitos de polvo, la humedad, etc. No deben ser inferiores a las dadas en el Cuadro 2.7.1 o inferiores a 16 mm por cada 1000 V (tensión nominal), lo que sea mayor.



7.6 Grado de protección

7.6.1. Los ensamblajes de baja tensión cuando la tensión nominal entre los conductores o la tierra supere los 55 V en corriente alterna o 250 V en corriente continua han de ser del tipo cerrado. Los ensamblajes de alta tensión deben ser de tipo cerrado.

7.6.2. En caso de que los cuadros de interruptores o de sección requieran cumplir con el punto 5.2.2, Sección 5, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas, deben instalarse barreras para proporcionar protección para las secciones independientes contra la contaminación debida a los productos de formación de arco, que pueden causar una avería.

7.7 Cuadros de distribución

7.7.1. Los cuadros de distribución tienen que estar debidamente cerrado a menos de que se instalen en un armario o un compartimiento al que sólo las personas autorizadas tengan acceso, en cuyo caso el armario puede servir como un recinto. Ver [7.16.4](#).

7.8 Puesta a tierra de los cuadros de alta tensión

7.8.1. Los cuadros de distribución de alta tensión tienen que disponer de medios adecuados a circuitos aislados de tierra de manera que sean descargados y mantenidos de forma que sean seguros al tocarlos.

7.9 Fusibles

7.9.1. Los fusibles deben cumplir con una de las siguientes normas modificadas en caso necesario para la temperatura ambiente.

(a). *Publicación CEI 60269: Fusibles de baja tensión;*

(b). *Publicación CEI 60282-1: Fusibles de alta tensión Punto. 1: los fusibles limitadores de corriente;*

(c). *Normas nacionales aceptables y relevantes para fusibles cerrados limitadores de corriente.*



Los informes de los tipos de ensayos para verificar las características de un fusible se tienen que presentar para su examen cuando sea necesario.

7.10 Barras o asas

7.10.1. Todos los cuadros de distribución principal y de emergencia tienen que disponer de barras o asas aisladas debidamente instaladas en la parte delantera del cuadro. Cuando el acceso a la parte trasera sea necesario, un pasamano aislado horizontal tiene que estar debidamente instalado en la parte trasera del cuadro.

7.11 Instrumentos para generadores de corriente alterna

7.11.1. Para los generadores de corriente alterna que no funcionen en paralelo, cada generador tiene que estar provisto de al menos un voltímetro, un medidor de frecuencia, y un amperímetro con un conmutador de amperímetro para permitir que la corriente en cada fase se pueda leer, o un amperímetro en cada fase. Los generadores de más de 50 kVA también tienen que contar con un vatímetro.

7.11.2. Para los generadores de corriente alterna funcionando en paralelo, cada generador tienen que contar con un vatímetro, y un amperímetro con un conmutador de amperímetro para que la corriente en cada fase se pueda leer, o un amperímetro en cada fase.

7.11.3. Para fines de paralelismos, dos voltímetros, dos medidores de la frecuencia y dos dispositivos de sincronización, de los cuales uno por lo menos tiene que ser un sincronoscopio o un conjunto de lámparas tienen que proporcionarse. Un voltímetro y un medidor de frecuencia tienen que ser conectados a las barras electrificadas, el otro voltímetro y medidor de frecuencia tienen que ser conmutados para permitir que la tensión y la frecuencia de cualquier generador se puedan medir.

7.12 Escalas de los instrumentos

7.12.1. El límite superior de la escala de cada voltímetro tiene que ser aproximadamente el 120 por ciento de la tensión nominal del circuito, y la tensión nominal debe ser claramente indicada.



7.12.2. *El límite superior de la escala de cada amperímetro tiene que ser aproximadamente el 130 por ciento de la velocidad normal del circuito en el que está instalado. La plena carga tiene que indicarse claramente.*

7.12.3. *Los medidores de kilovatios para el uso con generadores de corriente alterna que pueden ser operados en paralelo deberán ser capaces de indicar el 15 por ciento de la energía inversa.*

7.13 *Etiquetas*

7.13.1. *La identificación de los circuitos individuales y sus dispositivos se hará con etiquetas de un material duradero. Las calificaciones de los fusibles y la configuración de los dispositivos de protección también deberán indicarse. Los cuadros de sección y distribución deben ser marcados con la tensión nominal.*

7.14 *Protección*

7.14.1. *Para más detalles de la protección eléctrica necesaria para los equipos de conmutación y de gobierno, véase la Sección 6, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.*

7.15 *Cableado*

7.15.1. *El cableado aislante de conexión de los componentes tiene que ser retardante de las llamas y ser fabricado de conformidad con una Norma Nacional pertinente y aceptable.*

7.16 *Posición de los cuadros de interruptores*

7.16.1. *Tiene que proporcionarse un espacio libre no inferior a 1 m de ancho en frente de los cuadros de interruptores y de sección.*

Cuando los cuadros de interruptores y de sección contienen equipos retirables el espacio libre no tiene que ser inferior a 0,4 m de ancho con este equipo en su posición totalmente retirada.

7.16.2. *En caso necesario, el espacio en la parte trasera de los cuadros de interruptores y de sección debe ser lo suficientemente amplio para permitir el*



mantenimiento y, en general, no inferior a 0,6 m, salvo que puede ser reducido a 0,5 m en la zona de los refuerzos o marcos.

7.16.3. Los espacios definidos en 7.16.1 y 7.16.2 deben tener una superficie antideslizante. Cuando el acceso a partes activas dentro de los cuadros de interruptores y de sección es generalmente posible la superficie, además, tiene que estar aislada eléctricamente.

7.16.4. En la medida de lo posible, las tuberías no tienen que instalarse directamente encima o por delante o por detrás de los cuadros de interruptores, de sección y de distribución. Si tal colocación es inevitable, se tiene que proporcionar una protección adecuada en tales posiciones, ver el punto 2.4, Sección 2, Capítulo 2, Parte 15 de las Reglas.

7.16.5. Para los montajes de aparatos eléctricos y engranajes de control, para las tensiones nominales superiores a 1 kV, se tienen que hacer los arreglos necesarios para proteger al personal en caso de que se escapen gases o vapores a presión como resultado del efecto de un arco debido a un fallo interno.

7.17 Cuadros de fuentes de alimentación auxiliares

7.17.1. Cuando el funcionamiento de un dispositivo de protección se basa en una fuente de alimentación, se tiene que proporcionar una alarma para indicar el fallo de la fuente de alimentación, a menos que el fallo cause un disparo automático del circuito de protección.

7.18 Pruebas

7.18.1. Las pruebas de conformidad con 7.18.2 a 7.18.4 se tienen que llevar a cabo de manera satisfactoria en todos los ensamblajes, completos o en las secciones, en las instalaciones del fabricante, y un informe del ensayo tiene que ser emitido por el fabricante.

7.18.2. Una prueba de alto voltaje, véase la Sección 20, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.

7.18.3. La calibración de los dispositivos de protección e instrumentos indicativos tiene que ser verificada por medio de inyección de tensión y/o corriente.



7.18.4. Se tiene que demostrar el funcionamiento satisfactorio de los circuitos de protección, los circuitos de control y los de bloqueo por medio de ensayos de funcionamiento simulado.

7.18.5. Para los aparatos eléctricos y engranajes de control, para las tensiones nominales superiores a 1 kV, los tipos de ensayos tienen que ser llevados a cabo, de conformidad con la Normativa apropiada, para verificar que el aparato puede soportar los efectos de un arco interno que ocurra dentro de un recinto a un nivel de fallo probable igual, o superior, al de la instalación.

7.19 Seccionadores e interruptores-seccionadores

7.19.1. Los seccionadores, interruptores-seccionadores y sus componentes deben cumplir con una de las siguientes normas, modificada cuando sea necesario para la temperatura ambiente y otras condiciones ambientales:

(a). *Publicación CEI 60947-3: Aparata de baja tensión y mando Parte 3: interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y unidades de conjuntos de fusibles.*

(b). *Publicación CEI 60129: Seccionadores de Corriente Alterna (aisladores) y los interruptores de puesta a tierra.*

(c). *Normas nacionales aceptables y relevantes.*

Los informes de los tipos de ensayos para verificar las características de un seccionador o interruptor-seccionador tienen que presentarse para su consideración cuando sea necesario.

Parte 16, Capítulo 2, Sección 8 Máquinas rotativas:

8.1 Requisitos generales

8.1.1. Las máquinas rotativas tienen que cumplir con la parte pertinente de la publicación CEI 60092, o con las Normas apropiadas, y los requisitos de esta Sección.



8.1.2. *Para todas las máquinas rotativas se tiene que proporcionar un certificado de las pruebas de los fabricantes, véase también el punto 1.3, Sección 1, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.*

8.1.3. *Los ejes para las máquinas rotativas tienen que ser forjados o laminados y deben cumplir con la Parte 2 de las Reglas “Reglas para la Fabricación, Pruebas y Certificación de Materiales”.*

8.1.4. *Cuando la soldadura se aplica a los ejes de las máquinas para fijar brazos o estrellas del rotor, tiene que llevarse a cabo una eliminación de las tensiones después de la soldadura. El ensamblaje finalizado tiene que ser visualmente examinado por los inspectores, una detección de grietas tiene que ser llevada a cabo mediante un método apropiado y las soldaduras finalizadas tienen que encontrarse sólidas y libres de grietas.*

8.1.5. *Las partes giratorias de las máquinas deben ser equilibradas de tal forma para que cuando funcionen a cualquier velocidad en el rango normal la vibración no supere los niveles de la publicación CEI 60034: Máquinas eléctricas rotativas, Parte 14.*

8.1.6. *El dispositivo de lubricación para los cojinetes tiene que ser eficaz bajo todas las condiciones de funcionamiento incluyendo en las máximas escoras del buque definidas en el punto 1.9, Sección 1, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas y tienen que existir medios eficaces para garantizar que el lubricante no alcanza las bobinas de la máquina u otros conductores o aislantes.*

8.1.7. *Se tienen que tomar medidas para prevenir los efectos nocivos de los flujos de corriente que circulan entre el eje y los cojinetes de la máquina o cojinetes de las máquinas conectadas.*

8.1.8. *Las máquinas de corriente alterna, tienen que construirse de tal forma para que, bajo cualquier condición de funcionamiento, sean capaces de soportar los efectos de un repentino cortocircuito en sus terminales sin daños.*

8.2 Potencia



8.2.1. Los generadores, incluidos sus sistemas de excitación, y los motores que están en régimen continuo tienen que ser adecuados para un funcionamiento continuo en toda su potencia de salida a la máxima temperatura del aire o agua de refrigeración para un período ilimitado, sin exceder los límites del aumento de temperatura de 8.3. Los generadores tienen que ser adecuados para una sobrecarga de potencia no inferior al 10 por ciento en un factor de potencia clasificado por un período de 15 minutos sin un calentamiento perjudicial. Otras máquinas deben ser clasificadas de conformidad con el trabajo que van a desarrollar y, cuando sean probadas en condiciones de carga clasificada, el aumento de temperatura no tiene que superar los valores de 8.3.

8.2.2. Cuando una máquina rotativa está conectada a un sistema de suministro con una distorsión armónica la velocidad de la máquina tiene que ser adecuada para un efecto de calentamiento mayor del de la carga armónica.

8.2.3. El diseño y construcción de los motores de ventiladores de extracción de humo debe ser adecuado para la temperatura ambiente y el tiempo de operación requerido. Los informes de los tipos de ensayos para verificar el rendimiento del motor eléctrico tienen que presentarse para su consideración.

8.3 Aumento de temperatura

8.3.1. Los límites de elevación de temperatura indicados en el Cuadro 2.8.1, se basan en la temperatura del aire de enfriamiento y agua de refrigeración que figura en el punto 1.8, Sección 1, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.

Cuadro 2.8.1 Límites de aumento de la temperatura de las máquinas enfriadas por aire

Límites de aumento de temperatura en máquinas enfriadas por aire, °C						
Partes de la máquina	Método de medición de la temperatura	Clase de aislamiento				
		A	E	B	F	H
1.1. (a) devanados de máquinas de corriente alterna que tienen una potencia de salida de 5000 kVa o más	ETD	55	-	75	95	115
	R	50	-	70	90	110



<i>(b) devanados de máquinas de corriente alterna que tienen una potencia de salida inferior a 5000 kVa</i>	<i>ETD</i>	<i>55</i>	<i>-</i>	<i>80</i>	<i>100</i>	<i>115</i>
	<i>R</i>	<i>50</i>	<i>65</i>	<i>70</i>	<i>95</i>	<i>110</i>
<i>2. devanados de armaduras que tienen conmutadores</i>	<i>R</i>	<i>50</i>	<i>65</i>	<i>70</i>	<i>95</i>	<i>115</i>
	<i>T</i>	<i>40</i>	<i>55</i>	<i>60</i>	<i>75</i>	<i>95</i>
<i>3. devanados de campo de máquinas de corriente alterna y continua que tienen otra excitación continua que no sea la del punto 4</i>	<i>R</i>	<i>55</i>	<i>65</i>	<i>70</i>	<i>95</i>	<i>115</i>
	<i>T</i>	<i>40</i>	<i>55</i>	<i>60</i>	<i>75</i>	<i>95</i>
<i>4. (a) devanados de campo de máquinas síncronas con rotores cilíndricos que tengan excitación continua</i> <i>(b) devanados de campo estacionario de máquinas de corriente continua que tienen más de una capa</i> <i>(c) devanados de campo de baja resistencia de máquinas de corriente alterna y continua y devanados de compensación de máquinas de corriente continua que tengan más de una capa</i> <i>(d) devanados de única capa de máquinas de corriente alterna y continua con un superficies expuestas o superficies de metal barnizado y devanados de compensación de capa única de máquinas de corriente continua</i>	<i>R</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>80</i>	<i>100</i>	<i>125</i>
	<i>R</i>	<i>50</i>	<i>65</i>	<i>70</i>	<i>95</i>	<i>115</i>
	<i>T</i>	<i>40</i>	<i>55</i>	<i>60</i>	<i>75</i>	<i>95</i>
	<i>R, T</i>	<i>50</i>	<i>65</i>	<i>70</i>	<i>90</i>	<i>115</i>
	<i>R, T</i>	<i>55</i>	<i>70</i>	<i>80</i>	<i>100</i>	<i>125</i>
<i>5. devanados aislados permanentemente cortocircuitados</i>	<i>T</i>	<i>50</i>	<i>65</i>	<i>70</i>	<i>90</i>	<i>115</i>
<i>6. devanados aislados permanentemente cortocircuitados</i>	<i>T</i>	<i>El aumento de temperatura de estas partes en ningún caso tiene que alcanzar un valor tal para que exista un riesgo en cualquier aislante u otros materiales en partes adyacentes o al mismo elemento</i>				
<i>7. Núcleos magnéticos y otras partes que no estén en contacto con devanados</i>						



8. Núcleos magnéticos y otras partes en contacto con devanados	T	50	65	70	90	110
9. Conmutadores y anillos colectores abiertos y cerrados	T	50	60	70	80	90

NOTAS

1. Cuando se utilicen intercambiadores de calor enfriados por agua en el circuito de enfriamiento de la máquina los aumentos de temperatura tienen que ser medidos con respecto a la temperatura del agua de enfriamiento en la entrada al intercambiador de calor y los aumentos dados en el Cuadro 2.8.1 tienen que incrementarse en 10°C siempre que la temperatura del agua de entrada no supere los valores dados en el punto 1.8, Sección 1, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.

2. T = método del termómetro

R = método de la resistencia

ETD = detector de la temperatura incrustado

3. Las mediciones del aumento de la temperatura tienen que utilizar el método de la resistencia siempre que sea posible.

4. El método ETD sólo puede utilizarse cuando los ETD's están localizados entre los costados de la bobina en la ranura.

8.3.2. Si se sabe que la temperatura de refrigeración media supera los valores dados en el punto 1.8, Sección 1, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas el aumento de temperatura permisible tiene que reducirse en una cantidad igual al exceso de temperatura de refrigeración media.

8.3.3. Si se sabe que la temperatura de refrigeración media será siempre inferior a los valores dados en el punto 1.8, Sección 1, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas el aumento permisible de temperatura debe ser incrementado en una cantidad igual a la diferencia entre la temperatura declarada y la dada en el punto 1.8, Sección 1, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas hasta un máximo de 15°C.

8.4 Control del generador

8.4.1. Cada generador de corriente alterna, excepto del tipo auto regulante, tiene que ir provisto con medios automáticos de regulación de la tensión, voltaje acumulado no requiere una fuente externa de energía. Se tiene que hacer provisión para salvaguardar el sistema de distribución de un fallo de la tensión del sistema regulador que resulte en alta tensión.



8.4.2. *La regulación de la tensión de cualquier generador de corriente alterna con su equipo regulador tiene que ser tal para que en todas las cargas, desde el cero a la máxima carga en el factor de potencia nominal, la tensión nominal se mantenga dentro del $\pm 2,5$ por ciento bajo condiciones estacionarias. Tiene que ser posible ajustar en el regulador de tensión del generador a una tensión de ninguna carga.*

8.4.3. *Los generadores, y sus sistemas de excitación, cuando funcionen a la velocidad y tensión nominal con ninguna carga tienen que ser capaces de absorber una repentina desconexión, demanda de tensión del mayor motor o carga en un factor de potencia no superior al 0,4 con una tensión transitoria inclinada que no supere en un 15 por ciento la tensión nominal. La tensión tiene que recuperarse a la tensión nominal dentro de un tiempo que no supere los 1,5 segundos.*

8.4.4. *El aumento de tensión transitoria en las terminales del generador no tiene que superar el 20 por ciento de la tensión nominal cuando los kVa nominales en un factor de potencia no superior al 0,8 son lanzados.*

8.4.5. *Los generadores en sus sistemas de regulación de la tensión tienen que ser capaces de mantener, sin daños, bajo condiciones de cortocircuito estacionarias, una corriente de al menos tres veces la corriente nominal a plena carga durante al menos dos segundos o cuando existan datos disponibles para una duración de cualquier tiempo de retardo mayor que tiene que ser proporcionado por un dispositivo de desconexión para fines de discriminación.*

8.4.6. *Los generadores que requieren funcionar en paralelo tienen que ser estables desde ninguna carga (kW) hasta toda la carga total combinada (kW) del grupo, y la repartición de la carga debe ser tal para que la carga de cualquier generador no difiera generalmente de su repartición proporcional de la carga total en no más de un 15 por ciento de la potencia nominal (kW) de la máquina más grande o el 25 por ciento de la potencia nominal (kW) de la máquina individual, lo que sea menor.*



8.4.7. Cuando los generadores funcionan en paralelo, las cargas kVA de los grupos electrógenos individuales no deben diferir de la parte proporcional de la repartición proporcional de la carga total kVA en más de un 5 por ciento de la potencia nominal de salida kVA de las máquinas más grandes.

8.5 Sobrecargas

8.5.1. Las máquinas tienen que resistir en la prueba, sin fallo, las sobrecargas momentáneas siguientes.

(a). Generadores. Un exceso de corriente del 50 por ciento durante 15 segundos después de lograr el aumento de temperatura correspondiente a de la carga nominal, manteniendo el voltaje de la terminal lo más cerca que sea posible del valor nominal. La renuncia no se aplica a la capacidad del par de sobrecarga del motor principal.

(b). Motores. A la velocidad nominal o, en el caso de una gama de velocidades, a las velocidades más altas y más bajas, bajo un aumento gradual del par motor, el exceso de par apropiado figura a continuación. Los motores síncronos y los motores síncronos de inducción están obligados a soportar el exceso de par, sin quedar fuera de sincronismo y sin ajuste del circuito de excitación preestablecido en el valor correspondiente a la carga nominal:

Motores de corriente continua 50 por ciento durante 15 segundos

Motores síncronos de corriente alterna 50 por ciento durante 15 segundos
polifásicos

Motores síncronos de inducción de corriente 35 por ciento durante 15 segundos
alterna polifásicos

Motores de inducción de corriente alterna 60 por ciento durante 15
segundos polifásicos

8.6 Envolvente de la máquina

8.6.1. En caso de que se utilicen intercambiadores de calor refrigerados por agua en el circuito de refrigeración de la máquina tiene que hacerse previsión para la



detección de fugas de agua y el sistema tiene que ser dispuesto de una forma tal para impedir la entrada de agua en la máquina.

8.6.2. Se tiene que proporcionar una alarma para indicar alta temperatura del agua de refrigeración.

8.7 Máquinas de corriente directa

8.7.1. La posición de funcionamiento final del cepillo tiene que indicarse claramente y permanentemente.

8.7.2. Las máquinas de corriente directa tienen que trabajar con el ajuste fijo del cepillo desde ninguna carga a la sobrecarga momentánea especificada sin producir chispas perjudiciales.

Parte 16, Capítulo 2, Sección 9 Equipos convertidores:

9.1 Transformadores

9.1.1. Los apartados 9.1.2 a 9.1.11 aplican a los transformadores clasificados de 5 kVA hacia arriba.

9.1.2. Los transformadores tienen que cumplir con los requisitos de la publicación CEI 60076: transformadores de potencia, o con una Norma Nacional relevante y aceptable modificada cuando sea necesario para la temperatura ambiente, véase 1.8.

9.1.3. Los transformadores deben ser del tipo seco, encerrados o del tipo llenos de líquido.

9.1.4. El aumento de la temperatura de devanado de los transformadores por encima de la temperatura ambiente que figura en el punto 1.8, Sección 1, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas, cuando se mide por la resistencia durante la operación continua en la máxima potencia, no deberá exceder de:

(a). Para transformadores de tipo seco, refrigerados por aire:

- aislamiento de la Clase A - 50 ° C

- aislamiento de la Clase E - 60 ° C



- aislamiento de la Clase B - 70 ° C
- aislamiento de la Clase F - 90 ° C
- aislamiento de la Clase H - 110 ° C

(b). Para los transformadores llenos de líquido:

- 50 ° C - cuando el aire proporcione la refrigeración del líquido
- 65 ° C - cuando el agua proporcione la refrigeración del líquido.

9.1.5. *Cuando un transformador está conectado a un sistema de suministro con distorsión armónica, la potencia del transformador tiene que permitir un efecto de calentamiento mayor de la carga armónica. Especial atención debe darse a los transformadores conectados con el propósito de reducir la distorsión armónica.*

9.1.6. *La regulación inherente de los transformadores en su potencia nominal de salida debe ser tal para que la caída de tensión total en cualquier punto de la instalación no supere el valor permitido en el punto 1.7, Sección 1, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.*

9.1.7. *Los transformadores, excepto los del motor de arranque, tienen que ser de de doble capa.*

9.1.8. *Los líquidos de relleno para los transformadores tienen que ser no-tóxicos y de un tipo que no provoque fácilmente la combustión. Los transformadores llenos de líquido deben tener un dispositivo de eliminación de la presión con una alarma y tienen que haber los medios adecuados para contener cualquier líquido que pueda escapar del transformador debido al funcionamiento del dispositivo de alivio de la presión o por cualquier daño en el tanque.*

9.1.9. *Todos los transformadores deben ser capaces de resistir durante dos segundos, sin daños, los efectos térmicos y mecánicos de un cortocircuito en los terminales de cualquier devanado.*

9.1.10. *Cuando se utiliza la refrigeración forzada, ya sea de aire o líquido, tiene que haber una vigilancia del medio de refrigeración y de las temperaturas del devanado del transformador con una alarma por si se superan los límites*



preestablecidos. Hay que tomarse las medidas necesarias para que la carga pueda ser reducida a un nivel acorde con la refrigeración disponible.

9.1.11. En caso de que se utilicen intercambiadores de calor refrigerados por agua en los circuitos de refrigeración del transformador, tiene que hacerse previsión para la detección de una fuga de agua y el sistema tiene que disponerse de tal forma para impedir la entrada de agua dentro del transformador.

9.1.12. Las siguientes pruebas tienen que llevarse a cabo en todos los transformadores en las instalaciones del fabricante, y un certificado de de pruebas tiene que ser expedido por el fabricante:

(a). la medición de las resistencias del devanado, relación de tensión, impedancia de la tensión, impedancia de cortocircuito, resistencia del aislamiento, la pérdida de carga, la no pérdida de carga y corriente;

(b). pruebas dieléctricas;

(c). prueba de subida de la temperatura en un transformador de cada tamaño y tipo.

9.2 Equipos de semiconductores

9.2.1. Los requisitos de 9.2.2 a 9.2.18 aplican a los equipos de semiconductores clasificados para 5 kW hacia arriba.

9.2.2. El equipo semiconductor tiene que cumplir con los requisitos de la publicación CEI 60146: Convertidores semiconductores, o una Norma Nacional aceptable y relevante modificada cuando sea necesario para la temperatura ambiente, véase el punto 1.8, Sección 1, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.

9.2.3. El equipo semiconductor convertidor de potencia estática tiene que clasificarse para el trabajo requerido teniendo en cuenta los picos de carga, los transitorios del sistema y la sobre tensión.

9.2.4. El equipo convertidor debe ser refrigerado por agua o por aire y tiene que disponerse de tal forma para que no pueda permanecer cargado a menos de que



una refrigeración eficaz se mantenga. Alternativamente la carga deberá reducirse automáticamente a un nivel acorde con la refrigeración disponible.

9.2.5. El equipo convertidor refrigerado con fluido tiene que ir provisto con alarmas de fugas y tienen que existir medios adecuados para contener cualquier líquido que pueda fugar del sistema con el fin de garantizar que no cause el fallo eléctrico del equipo. Cuando las partes semiconductoras y otras partes que transporten corriente estén en contacto directo con el líquido de refrigeración, el líquido tiene que ser vigilado para una resistividad satisfactoria y una alarma tiene que iniciarse en la estación de control pertinente si la resistividad esta fuera de los límites acordados.

9.2.6. En caso de que se utilice una refrigeración forzada tiene que haber un control de la temperatura del medio refrigerante caliente con una alarma y apagado cuando la temperatura supere un valor prefijado.

9.2.7. Los líquidos de refrigeración deben ser no tóxicos y de baja inflamabilidad.

9.2.8. El equipo convertidor tiene que disponerse de tal forma para que los dispositivos semiconductores, fusibles, cuadros de interruptores de control y de circuitos de disparo puedan ser fácilmente retirados del equipo para la reparación o sustitución.

9.2.9. Se tienen que proporcionar equipos para los ensayos y control para permitir la identificación de los fallos del circuito de control y los componentes deficientes.

9.2.10. Los dispositivos de protección instalados para la protección del equipo convertidor tienen que garantizar que, bajo condiciones de fallo, la acción de protección de los disyuntores, fusibles o sistemas de control sea tal como para que no se produzca un mayor daño al convertidor o a la instalación.

9.2.11. El equipo convertidor, incluyendo cualquier transformador, reactor, capacitador y filtro asociado, si existe, tiene que estar dispuesto de tal forma para que la distorsión armónica, y los picos de voltaje, introducidos en el sistema eléctrico de los buques se encuentren dentro de los límites especificados en el punto 1.7.3, Sección 1, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas o se limiten a un nivel



inferior necesario para garantizar que no causen el mal funcionamiento de los equipos conectados a la instalación eléctrica.

9.2.12. Los picos de sobre tensión o las oscilaciones causadas por la conmutación o por otros fenómenos, no tienen que resultar en el suministro de una onda de tensión desviada de las ondas sinusoidales equivalentes superpuestas en más de un 10 por ciento del máximo valor de la onda sinusoidal equivalente.

9.2.13. Cuando el equipo convertidor funciona en paralelo, la carga compartida tiene que ser tal para que bajo condiciones normales de funcionamiento no ocurra la sobrecarga de ninguna unidad y la combinación del equipo paralelo sea estable a lo largo de todo el rango de operación.

9.2.14. Cuando el equipo convertidor tiene circuitos en paralelo se tiene que hacer previsión para garantizar que la carga sea distribuida de manera uniforme entre los caminos paralelos.

9.2.15. Los transformadores, reactancias, condensadores y otros dispositivos de circuitos asociados con el equipo convertidor, o los filtros asociados, deben ser adecuados para las ondas de corriente y tensión distorsionadas a las que pueden estar sujetos y los filtros de los circuitos tienen que ir equipados con facilidades para garantizar que sus condensadores son descargados antes de que los circuitos se energicen.

9.2.16. Cualquier potencia regenerada desarrollada durante el funcionamiento del equipo convertidor no tiene que resultar en disturbios del sistema de suministro de tensión y frecuencia que exceda los límites del punto 1.7, Sección 1, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.

9.2.17. Cuando los sistemas de control forman parte integrante de los equipos semiconductores, estos tienen que ser diseñados y fabricados con respecto a las condiciones ambientales a las que estarán expuestos en el servicio y su rendimiento tiene que ser demostrado durante el programa de pruebas y ensayos.



Parte 16, Capítulo 2, Sección 10 Cables eléctricos y canalizaciones (prefabricadas)

10.1 Generalidades

10.1.1. Los requisitos de 10.1 a 10.15 aplican a todos los cables eléctricos para instalaciones fijas, a menos que estén exentas. Los requisitos de 10.16 aplican a las canalizaciones prefabricadas cuando estas se utilizan en lugar de los cables eléctricos.

10.1.2. Los cables eléctricos para instalaciones fijas deben ser diseñados, fabricados y probados de conformidad con la correspondiente Publicación de la CEI indicada en el cuadro 2.10.1 o con una Norma Nacional aceptable y relevante.

10.1.3. Siempre que la adecuada flexibilidad del cable terminado esté garantizada, los conductores de área de sección nominal de 2,5 mm² y menos no tienen que ser atados.

10.1.4. Los cables eléctricos para aplicaciones que no sean instalaciones fijas deben cumplir con una norma aceptable y relevante.

10.1.5. A los efectos de la presente Sección, las tuberías, conductos, canalizaciones o cualquier otro sistema para la protección mecánica adicional de los cables se nombrarán en lo sucesivo con el nombre genérico "cubiertas de protección".

Cuadro 2.10.1 Cables eléctricos

Aplicación	Publicación CEI	Nombre
Requisitos de pruebas y de construcción generales	60092-350	Cables de baja tensión para buques. Requisitos generales de pruebas y de fabricación.
Circuitos de potencia y control fijos	60092-353	
Circuitos de potencia fijos	60092-354	
Instrumentación, control y	60092-375	



<i>circuitos de comunicación de hasta 60V</i> <i>Circuitos de control de hasta 250V</i> <i>Aislamiento mineral</i>	<i>60092-376</i> <i>60702</i>	
--	----------------------------------	--

10.3 clasificación de la tensión

10.3.1. La tensión clasificada de cualquier cable eléctrico no debe ser inferior a la tensión nominal del circuito para el que va a utilizarse. La tensión máxima sostenida del circuito no tiene que exceder la tensión máxima para la que el cable ha sido diseñado.

10.3.2. Los cables eléctricos utilizados en los sistemas sin toma de tierra deben ser clasificados adecuadamente para soportar las tensiones adicionales impuestas en el aislamiento debidas a un fallo de tierra.

10.4 Temperatura de funcionamiento

10.4.1. La máxima temperatura clasificada de conducción del material aislante para el funcionamiento normal debe ser al menos 10°C mayor que la máxima temperatura ambiente probable a producirse en el espacio en el que el cable se instalará.

10.4.2. Las máximas temperaturas de conducción clasificadas para el funcionamiento normal y de cortocircuito, para los materiales del aislamiento incluidos dentro de las publicaciones mencionadas en 10.1.2 no deben exceder los valores indicados en el Cuadro 2.10.2.

Cuadro 2.10.2 Máxima temperatura de conducción clasificada

<i>Tipo de aislamiento compuesto</i>	<i>Máxima temperatura de conducción clasificada °C</i>	
	<i>Funcionamiento normal</i>	<i>Cortocircuito</i>
<i>Termoplásticos.</i> <i>- Basados en polivinilo cloril o co-polímero de vinil cloril y vinil acetato</i> <i>- Basados en polietileno</i>	<i>60</i> <i>60</i>	<i>150</i> <i>130</i>



<i>Elastómeros o termoendurecibles:</i>		
- <i>Basados en goma de etileno propileno o similar (EPM o EPDM)</i>	85	250
- <i>Basados en polietileno químicamente reticulados</i>	85	250
- <i>Basados en goma de silicona</i>		
<i>Mineral</i>	95	A presentarse
	95	A presentarse

10.4.3. Los cables eléctricos contruidos de un material aislante no incluidos en el Cuadro 2.10.2 tienen que ser clasificados de conformidad con la Norma Nacional escogida de conformidad con 10.1.2.

10.5 Construcción

10.5.1. Los cables eléctricos tienen que ser al menos del tipo retardante de las llamas. El cumplimiento con la Publicación del CEI 60332-1: Ensayos en un cable o alambre simple aislado vertical, será aceptable.

10.5.2. La excepción de los requisitos de 10.5.1 para aplicaciones como los sistemas de radiofrecuencia o de comunicación digital, que requieran la utilización de tipos particulares de cables, estarán sujetos a una consideración especial.

10.5.3. Cuando los cables eléctricos requieren ser de un tipo “resistente al fuego”, estos además tienen que cumplir con los requisitos de rendimiento de la Publicación CEI 60331: Características al fuego de los cables eléctricos.

10.5.4. Cuando los cables eléctricos se instalan en posiciones expuestas a la intemperie en situaciones de humedad, en compartimientos de máquinas, espacios refrigerados o expuestos a vapores dañinos incluyendo vapor de aceite estos tienen que tener los materiales del aislamiento conductor cerrados en una funda impermeable de un material apropiado para las condiciones ambientales previstas.

10.5.5. Los cables eléctricos cuando se requiere que su construcción incluya cubiertas metálicas, blindaje o trenzados tienen que proporcionarse con una funda



impermeable u otros medios para proteger los elementos metálicos de la corrosión.

10.5.6. Cuando se utilicen cables eléctricos de núcleo simple en circuitos clasificados en más de 20 Amperios y estén blindados, el blindaje tiene que ser de un material no magnético.

10.5.7. Los cables eléctricos tienen que fabricarse de tal forma para que sean capaces de soportar los efectos térmicos y mecánicos de la máxima tensión de cortocircuito que pueda pasar en cualquier parte del circuito en el que están instalados, teniendo en cuenta no solo las características de tiempo/corriente del dispositivo de protección sino también el valor del pico de la corriente de cortocircuito esperada. Cuando los cables eléctricos tienen que utilizarse en circuitos con una máxima corriente de cortocircuito superior a 70 kA, un registro escrito tiene que presentarse para su consideración cuando sea requerido que demuestre que la construcción del cable puede soportar los efectos de una corriente de cortocircuito.

10.5.8. Todos los cables eléctricos de alta tensión tienen que ser fácilmente identificables mediante un marcado eficaz.

10.6 Tamaño del conductor

10.6.1. La máxima carga continua transportada por el cable no tiene que superar su corriente continua clasificada. Tiene que escogerse de tal forma para que la máxima temperatura de conducción clasificada para el funcionamiento normal para el aislamiento no se supere. Cuando se calcule la corriente clasificada los factores de corrección de 10.7 deberán aplicarse si se requiere.

10.6.2. El área de sección transversal de los conductores tiene que ser suficiente para garantizar que, bajo condiciones de cortocircuito, la máxima temperatura de conducción clasificada, para el funcionamiento en cortocircuito no se supere, teniendo en cuenta las características de tiempo/corriente del dispositivo de protección del circuito en el valor del pico de la corriente de cortocircuito esperada.



10.6.3. Las clasificaciones de la corriente del cable dadas en los Cuadros 2.10.3 y 2.10.4 se basan en las máximas temperaturas de conducción clasificadas dadas en el Cuadro 2.10.2. Cuando los tamaños de los cables se seleccionen en base a una evaluación precisa de la corriente clasificada basada en unos datos experimentales y de cálculo, los detalles deben presentarse para su consideración. Unos límites de cortocircuito alternativos, que no sean los dados en el Cuadro 2.10.4, deberán calcularse utilizando el método de la Publicación CEI 60723: Guía para los límites de temperatura de cortocircuito de cables eléctricos o una Norma Nacional aceptable.

10.6.4. El área de sección transversal de los conductores tiene que ser suficiente para asegurar que en ningún punto de la instalación las variaciones de tensión indicadas en el punto 1.7, Sección 1, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas serán superadas cuando los conductores estén transportando la máxima tensión bajo condiciones normales de funcionamiento.

10.6.5. El tamaño de los conductores de tierra tiene que cumplir con el punto 1.11.7, Sección 1, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.

Cuadro 2.10.3 Corriente clasificada del cable eléctrico, funcionamiento normal.
Basado en ambiente de 45°C

Sección transversal nominal	Corrientes continuas clasificadas r.m.s, en amperios								
	Termoplástico, PVC, PE			Goma EP y PE reticulada			Goma de silicona o mineral		
	Núcleo simple	2 núcleos	3 o 4 núcleos	Núcleo simple	2 núcleos	3 o 4 núcleos	Núcleo simple	2 núcleos	3 o 4 núcleos
0,75	6	5	4	13	11	9	17	14	12
1	8	7	6	16	14	11	20	17	14
1,25	10	8	7	18	15	13	23	19	16
1,5	12	10	8	20	17	14	24	20	17
2	13	11	9	25	21	17	31	26	21
2,5	17	14	12	28	24	20	32	27	22
3,5	21	18	14	35	30	24	39	33	27



Aplicación de las reglas del Lloyd's Register of Shipping a la construcción de un yate de acero de 45 m. LOA

4	22	19	15	38	32	27	42	36	29
5,5	27	23	19	46	39	32	52	44	36
6	29	26	20	48	41	34	55	47	39
8	35	30	24	59	50	41	66	56	46
10	40	34	28	67	57	47	75	64	53
14	49	42	34	83	71	58	94	80	66
16	54	46	38	90	77	63	100	85	70
22	66	56	46	110	93	77	124	105	87
25	71	60	50	120	102	84	135	115	95
30	80	68	56	135	115	94	151	128	106
35	87	74	61	145	123	102	165	140	116
38	92	78	64	155	132	108	175	149	122
50	105	89	74	185	153	126	200	175	140
60	123	104	86	205	174	143	233	198	163
70	135	115	95	225	191	158	255	217	179
80	147	125	103	245	208	171	278	236	195
95	165	140	116	275	234	193	310	264	217
100	169	144	118	285	242	199	320	272	224
120	190	162	133	320	272	224	360	306	252
125	194	165	134	325	280	230	368	313	258
150	220	187	154	365	310	256	410	349	287
185	250	213	175	415	353	291	470	400	329
200	260	221	182	440	375	305	494	420	346
240	290	247	203	490	417	343	570	485	400
300	335	285	235	560	476	392	660	560	460

Cuadro 2.10.4 Clasificación de la corriente del cable eléctrico, r.m.s. Corriente de cortocircuito



Sección transversal nominal	Duración de la corriente de fallo a 250°C			Duración de la corriente de fallo a 150°C			Duración de la corriente de fallo a 130°C		
	1,0 s kA	0,5 s kA	0,1 s kA	1,0 s kA	0,5 s kA	0,1 s kA	1,0 s kA	0,5 s kA	0,1 s kA
1	0,1	0,2	0,5	0,1	0,2	0,4	0,1	0,2	0,3
1,5	0,2	0,3	0,7	0,2	0,3	0,5	0,2	0,3	0,5
2,5	0,4	0,5	1,1	0,3	0,4	0,9	0,3	0,4	0,8
4	0,6	0,8	1,8	0,5	0,7	1,5	0,4	0,6	1,3
6	0,9	1,2	2,8	0,7	1,0	2,2	0,6	0,9	2,0
10	1,5	2,1	4,6	1,2	1,6	3,7	1,0	1,5	3,3
16	2,3	3,3	7,4	1,9	2,6	5,9	1,7	2,4	5,3
25	3,6	5,2	12	2,9	4,1	9,2	2,6	3,7	8,2
35	5,1	7,2	16	4,1	5,8	13	3,6	5,2	12
50	7,3	10	23	5,8	8,2	18	5,2	7,4	16
70	10	14	32	8,2	12	26	7,3	10	23
95	14	20	44	11	16	35	9,9	14	31
120	17	25	55	14	20	44	13	18	40
150	22	31	69	17	25	55	16	22	49
185	27	38	85	22	31	68	19	27	61
240	35	49	110	28	40	89	25	35	79
300	44	62	140	35	50	110	31	44	100

10.6.6. El área de sección transversal de los conductores utilizados en los circuitos que suministran cargas cíclicas o no continuas tiene que ser suficiente para garantizar que la temperatura máxima de conducción clasificada para el funcionamiento normal no se supere cuando los conductores están operando bajo sus condiciones normales de servicio, véase 10.7.4.



10.7 Factores de corrección para la clasificación de la corriente del cable

10.7.1. Los factores de corrección de 10.7.2 a 10.7.5 proporcionan una guía para aplicaciones generales en la evaluación de la clasificación de la corriente. Una evaluación más precisa basada en datos experimentales y de cálculos deberá presentarse para su evaluación.

10.7.2. Agrupamiento de cables. Cuando más de seis cables eléctricos, los cuales está previsto que funcionen simultáneamente a toda su capacidad, son conducidos juntos en un agrupamiento de cables de tal forma que haya ausencia de circulación libre de aire alrededor de esos, un factor de corrección de 0,85 deberá aplicarse. Los cables de señales quedarán exentos de este requisito.

10.7.3. Temperatura ambiente. Las clasificaciones de corriente del Cuadro 2.10.3 se basan en una temperatura ambiente de 45°C. Para otros valores de temperatura ambiente se tienen que aplicar los factores de corrección que figuran en el Cuadro 2.10.5.

10.7.4. Trabajo de corta duración. Cuando la carga no es continua, es decir, que opera en periodos de media hora o una hora y los periodos de no carga son mayores de tres veces la constante de T del cable en minutos, la potencia continua del cable deberá incrementarse mediante un factor de trabajo, calculado de conformidad con:

$$\text{Factor de trabajo: } \sqrt{\frac{1,12}{1 - e^{-\frac{t_s}{T}}}}$$

Cuando la carga no es continua, es repetitiva y tiene periodos de no carga menores a tres veces la constante de tiempo del cable, de manera que el cable no tiene tiempo para enfriarse entre las aplicaciones de carga, la potencia continua del cable deberá incrementarse mediante un factor intermitente, calculado de conformidad con:

$$\text{Factor intermitente: } \sqrt{\frac{1 - e^{-\frac{t_p}{T}}}{1 - e^{-\frac{t_s}{T}}}}$$



Cuadro 2.10.5 Factores de corrección

Material de aislamiento	Factor de corrección para la temperatura ambiente en °C										
	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
PVC, polietileno	1,29	1,15	1,00	0,82	-	-	-	-	-	-	-
EPR, XLPE	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,79	0,61	0,50	-	-
Goma mineral o de sílicona	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,84	0,71	0,63	0,55	0,45

10.8 Instalación de cables eléctricos

10.8.1. Las conducciones de los cables eléctricos tienen que ser en la medida de lo posible en líneas rectas y en posiciones accesibles.

10.8.2. El mínimo radio interno de flexión de la instalación de los cables eléctricos fijos tiene que escogerse de acuerdo a la construcción y al tamaño del cable y no tiene que ser inferior a los valores dados en el Cuadro 2.10.6.

10.8.3. La instalación de los cables eléctricos a través de juntas de expansión en cualquier estructura tiene que evitarse. Cuando esto no sea posible, se tiene que proporcionar una vuelta de cable eléctrico de longitud suficiente para acomodar la expansión de la unión. El radio interno de la vuelta tiene que ser al menos 12 veces el diámetro externo del cable.

10.8.4. Los cables eléctricos para los servicios esenciales y de emergencia se tienen que disponer, en la medida de lo posible, evitando cocinas, espacios de máquinas y otros recintos cerrados y zonas de alto riesgo de incendio excepto si son necesarios para abastecer algún servicio. Tales cables, en la medida en que sea posible, tienen que ser conducidos lejos de los mamparos para evitar que sean dañados por el calor de los mamparos que puede ser causado por un incendio en el espacio adyacente.

10.8.5. Los cables eléctricos que tengan materiales de aislamiento con diferentes temperaturas máximas del conductor tienen que ser instalados de tal forma que no se supere la máxima temperatura del conductor durante el funcionamiento normal de cada cable.



10.8.6. Los cables eléctricos que tengan una cubierta protectora que pueda dañar la cubierta de otros cables no deben ir unidos con estos otros cables.

Cuadro 2.10.6 Radio interno mínimo de flexión en los cables para alambres fijos

Fabricación del cable		Diámetro total del cable	Radio interno mínimo de flexión (total de veces del diámetro del cable)
Aislamiento	Cubierta exterior		
Termoplástico y elastómero 600/1000V y por debajo	Cubierta metálica Blindada y trenzada	Cualquier	6D
	Otras cubiertas	≤ 25 mm > 25 mm	4D 6D
Mineral	Cubierta de metal duro	Cualquier	6D
Termoplástico y elastómero por encima de 600/1000V - Núcleo simple	Cualquier	Cualquier	20D
- Núcleo múltiple	Cualquier	Cualquier	15D

10.8.7. Los cables eléctricos tienen que ser instalados, en la medida de lo posible, lejos de las fuentes de calor. Cuando la instalación de los cables cerca de las fuentes de calor no se pueda evitar y cuando consecuentemente exista un riesgo de daño de los cables por culpa del calor, se tienen que instalar unas protecciones adecuadas, aislamientos u otras precauciones entre los cables y las fuentes de calor. La circulación de aire alrededor de los cables no se tiene que impedir.

10.8.8. Cuando los cables eléctricos se instalan en agrupamientos, se tiene que hacer previsión para limitar la propagación de un incendio. Este requisito se considera satisfecho cuando los cables del agrupamiento han sido probados de conformidad con los requisitos de la Publicación CEI 60332-3, Categoría A/F, y son instalados en la misma configuración que la utilizada para la prueba. Si los cables no se instalan de la misma forma, la información se tiene que presentar



para demostrar que unas medidas adecuadas han sido tomadas para garantizar que un límite equivalente de propagación del fuego se alcanza mediante la configuración utilizada. Particular atención tiene que prestarse a los cables en:

- espacios equivalentes; y*
- conducciones verticales en ejes y otros espacios restringidos.*

Además, los cables tienen que cumplir con los requisitos de la Publicación CEI 60332-3 y también tienen que cumplir con los requisitos de la Publicación CEI 60332-1.

10.8.9. Los cables eléctricos no deben ser revestidos ni pintados con materiales que puedan afectar negativamente su protección o su rendimiento al fuego.

10.8.10. Cuando los cables eléctricos se instalan en espacios refrigerados no tienen que ir cubiertos con aislamiento térmico pero deben ser ubicados directamente delante de la sala de refrigeración, siempre que se tomen precauciones para evitar que los cables eléctricos se utilicen como medios de suspensión.

10.8.11. Todas las cubiertas metálicas de los cables eléctricos tienen que ser conectados a tierra de conformidad con el punto 1.11, Sección 1, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.

10.8.12. Los cables de alta tensión deben ser instalados de la siguiente manera:

(a). en el exterior, por ejemplo, en blindajes, cuando tienen que ir provistos con una cubierta metálica continua o blindaje la cual está eficazmente conectada a tierra para reducir el riesgo del personal. La cubierta metálica o blindaje puede ser omitida siempre que el material del recubrimiento del cable tenga una resistencia eléctrica longitudinal suficientemente alta para evitar corrientes de vaina que pueden ser peligrosas para el personal;

(b). contenidos en cubiertas protectoras metálicas cuando los cables deben ser como en (a) o el blindaje o la protección metálica puede ser omitida. En el último caso se tiene que tener cuidado para garantizar que las cubiertas protectoras son



eléctricamente continuas y que los cortos tramos de cables no se dejen sin proteger.

10.8.13. Los cables eléctricos de alta tensión no tienen que conducirse en el exterior a través de espacios de acomodación.

10.8.14. Los cables eléctricos tienen que segregarse en la medida de lo posible de los cables eléctricos que operen a altas tensiones.

10.8.15. Los alambres de corriente alterna tienen que ser conducidos utilizando cables de núcleos múltiples para los circuitos de corriente alterna superior a 20 Amperios, se tienen que cumplir los requisitos de punto 10.13, Sección 10, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas, véase también [10.5.6](#).

10.9 Protección mecánica de los cables

10.9.1. Los cables eléctricos tienen que ser, siempre que sea posible, instalados lejos de las fuentes de daños mecánicos. Cuando los cables eléctricos están expuestos a riesgos mecánicos, estos tienen que ser protegidos mediante cubiertas adecuadas a menos que el recubrimiento protector (por ejemplo blindaje o trenzado) sea suficiente para soportar las posibles causas de daños.

10.9.2. Los cables eléctricos instalados en espacios donde exista un riesgo excepcional de daño mecánico tal como bodegas, espacios de almacenamiento, espacios de carga, etc., tienen que ser adecuadamente protegidos mediante cubiertas protectoras metálicas, aún si están blindados, a menos que la estructura de la embarcación proporcione una protección adecuada.

10.9.3. Las cubiertas protectoras metálicas y fijaciones tienen que ser retardantes de las llamas de conformidad con los requisitos de la Publicación CEI 60092-101.

10.9.4. Las cubiertas protectoras metálicas tienen que estar eficazmente protegidas contra la corrosión, y eficazmente conectadas a tierra de conformidad con el punto 1.11, Sección 1, Capítulo 2, Parte 16 de las Reglas.

10.10 Sistemas de soporte de los cables



10.10.1. Los cables eléctricos tienen que estar bien soportados y fijados, sin ser dañados, a la estructura de la embarcación, ya sea indirectamente mediante un sistema de soporte del cable, o directamente mediante clips, puertos o correas a los mamparos, etc., véase [10.8.4](#).

10.10.2. Los sistemas de soporte del cable, que pueden ser en forma de bandejas o chapas, apoyos de soporte separados, colgaderos o escaleras de racks, junto con sus fijaciones y accesorios, tienen que ser robustos y de un material resistente a la corrosión o adecuadamente inhibidos de la corrosión antes del montaje. El sistema de soporte del cable tiene que estar eficazmente fijado a la estructura de la embarcación, el espacio de las fijaciones teniendo en cuenta la probabilidad de vibraciones y cualquier otra fuerza externa, por ejemplo, cuando se ubican en zonas sujetas a impactos del agua del mar.

10.10.3. Las distancias entre los puntos en los que el cable está soportado (por ejemplo, las distancias entre escaleras de mano, apoyos de soporte, colgaderos, etc.) tienen que escogerse de acuerdo a la construcción del cable (es decir, tamaño y rigidez) y a la probabilidad de vibración y tienen que ser de conformidad con los datos en el Cuadro 2.10.7.

Cuadro 2.10.7 Espacio máximo de los soportes o fijaciones para asegurar los cables

Diámetro externo del cable		Cables no blindados	Cables blindados
Superior	No superior		
mm	mm	mm	mm
-	8	200	250
8	13	250	300
13	20	300	350
20	30	350	400
30	-	400	450



10.2.10 Pruebas y ensayos a maquinaria:

[Parte 9, Capítulo 2: Inspecciones antes de la construcción, instalación y ensayos de mar](#)

Sección 1 Requisitos generales

1.1 Inspecciones durante la construcción

1.1.1. La máquina tiene que inspeccionarse en las obras del fabricante desde el principio de los trabajos hasta el ensayo final bajo las condiciones de funcionamiento. Los inspectores tienen que comprobar que los materiales, mano de obra, y disposiciones son satisfactorios y están en conformidad con las Reglas.

1.2 Inspecciones varias

1.2.1. Las monturas resistentes tienen que instalarse bajo inspección y la maquinaria ensayarse bajo condiciones de pleno trabajo.

1.2.2. La alineación de la maquinaria tiene que comprobarse después de seis meses de funcionamiento.

Sección 2 Motores Diesel

2.1 Construcción y soldadura

2.1.1. Cuando las estructuras del motor son fabricadas, las uniones tienen que realizarse bajo un procedimiento de soldadura aprobado y con un tratamiento térmico de alivio de tensiones.

2.1.2. Al término de la soldadura y tratamiento térmico de alivio de tensiones, las soldaduras han de ser examinadas. Las soldaduras en ensamblajes de vigas transversales tienen que ser ensayadas para la detección de grietas por un método aprobado. Las otras uniones tienen que ensayarse de manera similar si así lo exigen los inspectores.

2.1.3. Las forjas y fundiciones tienen que examinarse en las obras del fabricante.

2.2 Ensayos hidráulicos



2.2.1. Los elementos deben ensayarse por presión hidráulica, como se indica en el Cuadro 2.2.1.

2.3 Ensayos no destructivos

2.3.1. Los ensayos no destructivos de los componentes tienen que llevarse a cabo bajo un procedimiento aprobado, véase también el Punto 10, Capítulo 1,3.1.

2.4 Ensayos del tipo de motor

2.4.1. Los nuevos tipos de motores o la evolución de los tipos existentes tienen que someterse a un programa de ensayos aprobado para complementar la evaluación del diseño y revisión de la documentación. El programa deberá incluir una operación a corto plazo de alta potencia, cuando corresponda.

2.4.2. Las directrices para los tipos ensayos de motores se suministran a petición del interesado.

Cuadro 2.2.1 Presiones de ensayo

Elemento	Presión de ensayo
Sistema de inyección de combustible { Cuerpo de la bomba Válvula Tubería	Lo menor de $1,5p$ o $p + 295$ bar
Tapa de cilindro, espacio de enfriamiento Camisa del cilindro, sobre toda la longitud del espacio de enfriamiento Corona del pistón, espacio de refrigeración (en caso de que la biela del pistón selle el espacio de refrigeración, ensayado después del ensamblaje)	
Camisa del cilindro, espacio de refrigeración Válvula de escape, espacio de refrigeración Turbocompresor, espacio de refrigeración Tubería de escape, espacio de refrigeración	7,0 bar
Enfriadores, cada lado Bombas accionadas por el motor (aceite, agua, combustible, sentina)	Lo mayor de 4,0 bar o $1,5 p$



<i>Compresores de aire, incluyendo cilindros, tapas, enfriadores intermedios y postenfriadores</i>	<i>Costado de aire: 1,5p Costado de agua: lo mayor de 4 bar o 1,5p</i>
--	--

NOTAS

- 1. p es la presión máxima de operación, en bar, en el elemento en cuestión*
- 2. Los sistemas de bombas de combustible o bombas reguladas no se incluyen*
- 3. Los enfriadores de aire de los turbocompresores solo necesitan ensayarse en el lado de agua*
- 4. Para las tapas de cilindros de acero forjado unos métodos de ensayos alternativos serán especialmente considerados.*

Sección 5 Engranajes

5.1 Construcción y soldadura

5.1.2. Cuando la soldadura se emplea en la construcción de ruedas y caja de cambios, el procedimiento de soldadura tiene que aprobarse antes de que se empiece el trabajo. Con este fin, los ensayos del procedimiento de soldadura tienen que llevarse a cabo con resultados satisfactorios. Tales ensayos tienen que ser representativos de la configuración de la unión y los materiales. Todas las soldaduras tienen que tener un satisfactorio acabado de superficie y contorno. El examen por partículas magnéticas o líquidos penetrantes de todas las uniones soldadas importantes tiene que llevarse a cabo.

5.1.3. Las construcciones soldadas deben ser sometidas a un tratamiento térmico de alivio de la tensión al término de la soldadura.

5.2 Precisión de engranajes

5.2.1. La precisión del mecanizado (grado Q) de piñones y ruedas tiene que demostrarse. Para este fin los registros de las mediciones tienen que estar disponibles para su revisión.

5.3 Ensayos no destructivos

5.3.1. Un ensayo con partículas magnéticas o líquidos penetrantes tiene que llevarse a cabo en los dientes de todas las superficies endurecidas de forjados. Este ensayo puede ser requerido en el diente maquinado terminado de en dientes de piezas forjadas.



5.3.2. *El fabricante tiene que llevar a cabo un ensayo por ultrasonidos de todas las piezas forjadas en caso de que el diámetro acabado de las superficies, cuando el diente se va a cortar, es superior a 200 mm, y tiene que proporcionar LR con una declaración firmada de que tales inspecciones no han revelado ningún defecto interno.*

Sección 7 Hélices

7.1 Construcción y soldadura

7.1.1. *Las piezas de fundición se examinan en las obras del fabricante.*

7.1.2. *Todas las hélices acabadas tienen que examinarse de defectos en los materiales, y acabado, y medidos para la exactitud dimensional del diámetro y paso.*

7.2 Ensayos en el taller de hélices sin chavetero

7.2.1. *El asiento de la hélice con el eje tiene que demostrarse. Se tiene que dejar un tiempo suficiente para que la temperatura de los componentes sea igual después del asentamiento. Unos medios alternativos para la demostración del asentamiento de la hélice se considerarán.*

7.2.2. *Los medios se han de proporcionar para indicar la posición relativa axial del cubo de la hélice en la conicidad del eje.*

7.3 Ensayos en el taller de hélices de paso controlable

7.3.1. *Los componentes de las hélices de paso controlable también están sujetos a ensayos de materiales, como en el caso de las hélices sólidas.*

7.3.2. *El examen de todos los componentes principales incluyendo controles dimensionales, ensayos de presión hidráulica del centro y ensamblaje del cono y la caja de distribución del aceite, cuando esté instalada, junto con ensayos completos en los talles del ensamblaje de la hélice de paso controlable, tienen que llevarse a cabo.*

7.4 Instalación definitiva de las hélices sin chavetas



7.4.1. Después de verificar que la hélice y el eje están a la misma temperatura y las superficies de unión están limpias y libres de aceite o grasa, la hélice tiene que instalarse en el eje bajo inspección. La tuerca de la hélice tiene que estar bien fijada al eje.

7.4.2. Unas marcas de referencia permanente tienen que llevarse a cabo en la tuerca y eje del núcleo de la hélice para indicar el posicionamiento angular y axial de la hélice. Se tiene que tener cuidado en el marcado del extremo interior del chaflán del eje para minimizar los efectos de elevación de la tensión.

7.4.3. El exterior del núcleo de la hélice tiene que timbrarse de forma resistente con los siguientes datos:

- Para la inyección de aceite método de instalación, el punto de inicio de carga, en Newtons, y el levantamiento axial a 0°C y 35°C, en mm.

- Para el método de montaje en seco, la carga del impulso a 0°C y 35°C, en Newtons.

7.5 Instalación definitiva de las hélices con chavetas

7.5.1. El ajuste del cono del eje de la hélice en funcionamiento y cualquier de repuesto tiene que llevarse a cabo bajo inspección. Generalmente, un ajuste satisfactorio para las hélices del tipo con chavetas debe mostrar un marcado ligero general de la superficie del cono con una tendencia hacia el marcado más resistente en la zona del mayor diámetro de la cara del cono. El ajuste final del cono debe hacerse con la chaveta en su lugar.

Sección 9 Propulsores

9.1 Propulsores acimut

9.1.1. El rendimiento especificado para la embarcación tiene que demostrarse.

9.1.2. Los valores reales del par de dirección deben ser verificados durante los ensayos de mar para confirmar que el diseño del máximo par dinámico no se ha superado.

9.2 Túnel del propulsor



9.2.1. *Se tiene que demostrar que la unidad del propulsor cumple las prestaciones especificadas.*

Sección 10 Sistemas de gobierno

10.1 Construcción

10.1.1. *Los requisitos de las Reglas en relación con los ensayos de los buques presión Clase I, tuberías y accesorios relacionados incluyendo la aplicación de ensayos hidráulicos.*

10.2 Tipo de ensayo

10.2.1. *Cada tipo de bomba de la unidad de potencia tiene que estar sujeta a un tipo de ensayo. El tipo de ensayo tiene que ser de una duración de no menos de 100 horas, el régimen de prueba tiene que ser tal para que la bomba pueda funcionar en condiciones de ralentí, y en la máxima capacidad de ejecución en la presión máxima de trabajo. Durante el ensayo, los períodos de ralentí tienen que alternarse con períodos de máxima capacidad de entrega a la máxima presión de trabajo. El paso desde un estado a otro debe ocurrir al menos lo más rápidamente a bordo. Durante todo el ensayo no se permite un calentamiento anormal, vibraciones excesivas u otras irregularidades. Después del ensayo, la bomba tiene que abrirse e inspeccionarse. Los tipos de ensayos pueden descartarse para una unidad de potencia que haya sido probada de ser fiable en el servicio marino.*

10.3 Ensayos

10.3.1. *Después de la instalación a bordo de la embarcación la unidad de gobierno tiene que someterse a los ensayos aplicables hidrostáticos y en funcionamiento.*

10.3.2. *El sistema de gobierno tiene que demostrarse para mostrar que los requisitos de las Reglas se cumplen. El ensayo tiene que incluir el funcionamiento de lo siguiente:*

(a). *El sistema de gobierno, incluida la demostración del rendimiento funcional.*



- (b). Unidades de la energía, incluida la transferencia entre las unidades de energía.*
- (c). El aislamiento de un sistema de potencia de accionamiento, control del tiempo para recuperar la capacidad de dirección.*
- (d). El fluido hidráulico de recarga del sistema, (se podrá efectuar en el muelle).*
- (e). El suministro de electricidad de emergencia.*
- (f). Los controles de gobierno, incluida la transferencia de control y el control local.*
- (g). Los medios de comunicación entre el compartimiento de gobierno y el puente, también la sala de máquinas, si es aplicable; (puede efectuarse en el muelle).*
- (h). Las alarmas y los indicadores; (puede efectuarse en el muelle).*
- (j). En caso de que el sistema de gobierno esté diseñado para evitar el bloqueo hidráulico esta característica debe demostrarse, (puede efectuarse en el muelle).*

Sección 11 Ensayos de mar

11.1 Requisitos de los ensayos de mar

11.1.1. Los ensayos de mar tienen que ser de duración suficiente y llevarse a cabo bajo condiciones de operación normal aplicables a la notación de clase prevista. Los Capítulos individuales dan los requisitos específicos.

11.2 Programa

11.2.1. Los ensayos de mar tienen que incluir la demostración de:

- (a). La adecuación de los dispositivos de arranque de los motores principales, sistemas auxiliares y los generadores de emergencia.*
- (b). La eficacia de los sistemas de control del aparato de gobierno.*
- (c). La maniobra, que incluirá:*
 - arranque;*
 - parada normal y de emergencia;*
 - marcha atrás;*



- *ensayos del limitador de velocidad;*

- *dispositivos de seguridad, así como los indicadores y alarmas.*

(d). La redundancia de los dispositivos para las embarcaciones de Categoría B.

(e). Las marcas de contacto con los dientes en las instalaciones de engranajes utilizando una técnica reconocida. La marca tiene que ser como se detalla en 5.5.

(f). Para hélices de paso controlable, el ajuste del paso bajo condiciones de fallo.

11.3 Ensayos de rendimiento

11.3.1. Cabe comprobar que la hélice funcione de manera satisfactoria en condiciones de marcha avante y marcha atrás. Cuando las hélices de paso controlable estén instaladas, los ensayos a popa de vía libre tienen que llevarse a cabo con las palas de la hélice colocadas en la condición de paso total a popa.

11.3.2. Tiene que verificarse que los grandes movimientos de la maquinaria montada elásticamente no ocurren durante el inicio y parada, o durante condiciones normales de funcionamiento.

11.3.4. La sobrecarga de las máquinas no tiene que producirse bajo condiciones de potencia a popa.



11. CONCLUSIONES

Durante el transcurso de este Proyecto hemos realizado un estudio de las reglas de clasificación de la Lloyd's Register of Shipping y las hemos aplicado para realizar la clasificación de un yate de recreo en construcción en los astilleros Monty North ubicados en Barcelona.

En el momento de empezar el Proyecto me sorprendió la complejidad y la exhaustividad de las Reglas para la Clasificación. Por ejemplo, las Reglas utilizadas en este Proyecto tienen una extensión de más de 1000 páginas, cubriendo desde aspectos estructurales hasta aspectos de seguridad a bordo. Además, el hecho de que, pese a su extensión, estas Reglas sólo aplican a unos ciertos tipos de buques puede dar una idea de la magnitud del mundo de la Clasificación de los Buques.



12. ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ABS – American Bureau of Shipping

BV – Bureau Veritas

CCS – China Classification Society

DNV – Det Norske Veritas

GL – Germanischer Lloyd's

IACS – Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación

KR – Korean Register of Shipping

LR – Lloyd's Register

NK – Nippon Kiazai Ngokai

OMI – Organización Marítima Internacional

ONU – Organización de las Naciones Unidas

RINA – Registro Italiano Navale

RS – Russian Maritime Register of Shipping

- Estructura (10.1)

Estructura del fondo y del doblefondo (10.1.1.)

b_k : amplitud de la chapa de la quilla, mm

d_{DB} : profundidad de regla de la viga central, mm

k_s : factor de acero de alta resistencia a la tracción = $235/\sigma_s$, en N/mm^2

L_R : eslora de regla, es la distancia, en metros, en la flotación de verano desde la parte delantera de la roda hasta la parte posterior del codaste popel o del eje

t_k : espesor de la chapa de la quilla, mm

t_p : espesor de la chapa del costado, mm

t_s : espesor de la chapa de la roda, mm

t_w : espesor del alma, mm



σ_s : valor mínimo garantizado del límite elástico del material, en N/mm²

Forro exterior de los costados del buque (10.1.2.)

A: área de sección transversal del codaste del propulsor de acero forjado en cm²

A_R: área total del timón, en m²

a, b, c = distancias, en metros, como se muestra en la fig. 3.3.5

a_d: longitud del concreto más largo, en mm, ver la [fig. 3.3.7](#).

a_s: longitud de un brazo, medida desde el centro de la sección en la pala hasta la línea central del núcleo del eje, en mm, ver [fig. 3.3.6](#)

C_b: es el coeficiente de bloque en un calado, T, correspondiente a la línea de flotación de carga de verano, basado en la eslora de Regla, L_R, y la manga, B, de la siguiente manera:

$$C_b = \frac{\text{desplazamiento (m}^3\text{) en un calado T}}{L_R B T}$$

d_t: diámetro de Regla para un eje de hélice no protegido, en mm

$$f = 400/\sigma_u$$

$$f_1 = \sigma_s/\sigma_B$$

$$K = \left(0,1 + \frac{L_R}{3050}\right) \left(\frac{3,48 C_b P_s}{L_R^2} + 0,3\right)$$

L_R: eslora de regla, es la distancia, en metros, en la flotación de verano desde la parte delantera de la roda hasta la parte posterior del codaste popel o del eje

n: número de pernos de la unión de la pala

P_s: potencia de diseño en un eje, en Kw

R_p: radio de la hélice, en metros

r_b: distancia media de los centros de los pernos desde el centro de la pala, en mm

T: calado de verano, en metros, medido desde la parte superior de la quilla

t_b: espesor del núcleo del arbotante, mm



t_R : espesor del timón, en metros, medido a $0,7R_p$ sobre la línea central del eje

V : máxima velocidad de servicio, en nudos, con la embarcación en la condición cargada

$$W: \frac{400A_{RC}(V+3)^2(3x+a)}{b(L_1+640)}$$

x : distancia en metros, desde el centro de la mecha del timón a la sección bajo consideración

Z_T : módulo de la sección contra la flexión transversal, en cm^3

Z_V : módulo de la sección contra la flexión vertical, en cm^3

Z_{xx} : módulo de la sección del brazo de la escuadra.

δ : diámetro de la hélice, en metros

δ_b : diámetro de los pernos de la unión, mm

δ_{TS} : diámetro del eje de cola, mm

σ_B : resistencia a la tracción final del material del núcleo, en N/mm^2

σ_s : resistencia a la tracción final del material del eje, en N/mm^2

σ_u : resistencia a la tracción final del material del brazo, en N/mm^2

Mamparos (10.1.3.)

A_p : área de sección transversal del puntal

b_{gt} : distancia entre los centros de dos alcances adyacente de las vigas o transversales soportados por el puntal, en mm

f_1 : $G/2$ ó $0,015L_L$, lo que sea menor

f_p : factor de posición del puntal definido en el [Cuadro 3.10.1](#)

G : proyección del bulbo de proa después del extremo de proa de L_L , en metros

K_f : = factor de fijación del extremo del puntal

= 0,25 si está completamente fijado/soportado

= 0,50 si está parcialmente fijado



= 1,0 para extremos libres

L_{ep} : extensión de la longitud efectiva del puntal

L_L : eslora en la línea de flotación. Debe tomarse como el 96 por ciento de la eslora total por encima de la línea de flotación en un 85 por ciento puntal medido desde la parte superior de la quilla, o como la eslora desde el costado de proa de la roda hasta el eje de la mecha del timón por encima de la línea de flotación, lo que sea mayor.

L_p : menor momento de inercia de la sección transversal del puntal o combinación de refuerzo/chapa, en cm^4

L_R : eslora de regla, es la distancia, en metros, en la flotación de verano desde la parte delantera de la roda hasta la parte posterior del codaste popel o del eje

P_a : carga, en kN, de los puntales o por encima de los puntales, se asume cero si no hay puntales por encima

P_c : presión de diseño de la viga de cubierta básica, en kN/m^2

P_p : carga de diseño soportada por el puntal, en kN/m^2

r : mínimo radio de giro de la sección transversal del puntal, en cm, $r = \frac{l_p}{A_p} \text{ cm}$

S_{gt} : espaciamiento, o espaciamiento medio, de las vigas o transversales, en metros

σ_p : tensión admisible de compresión, en N/mm^2

σ_s : mínimo límite elástico específico del material, en N/mm^2

Cubiertas (10.1.4.)

f_p : área neta total de pasos y espacios entre escotillas, superestructuras y casetas (la zona de libre circulación).

F_1 = mínima área a partir de [9.3.1](#)

F_2 = mínima área a partir de [9.2.8](#)



L_R : eslora de regla, es la distancia, en metros, en la flotación de verano desde la parte delantera de la roda hasta la parte posterior del codaste popel o del eje

L_L : eslora en la línea de flotación. Debe tomarse como el 96 por ciento de la eslora total por encima de la línea de flotación en un 85 por ciento puntal medido desde la parte superior de la quilla, o como la eslora desde el costado de proa de la roda hasta el eje de la mecha del timón por encima de la línea de flotación, lo que sea mayor.

Superestructuras (10.1.5.)

L_R : eslora de regla, es la distancia, en metros, en la flotación de verano desde la parte delantera de la roda hasta la parte posterior del codaste popel o del eje

Extremos de proa y popa (10.1.6)

a : longitud del costado más largo de la ventana, en mm

a_{bv} = distancia vertical, en m, desde el pivote del visor al centroide de el área proyectada vertical transversal del visor de la puerta, como se muestra en la [Fig. 5.4.2](#)

A : área total de la abertura de la puerta, en m^2

A_R : relación entre la anchura y la altura de la ventana = a/b

A_s : área del alma del refuerzo, en cm^2

A_x = área, en m^2 , de la proyección vertical transversal de la puerta entre los niveles de la parte inferior de la puerta y la cubierta superior o entre la parte inferior de la puerta y la parte superior de la puerta, lo que sea menor, como se muestra en la [Fig. 5.4.2](#)

A_y : área, en m^2 , de la proyección vertical longitudinal de la puerta entre los niveles de la parte inferior de la puerta y la cubierta superior o entre la parte inferior de la puerta y la parte superior de la puerta, lo que sea menor

A_z = área de la proyección horizontal de la puerta entre los niveles de la parte inferior de la puerta y la cubierta superior o entre la parte inferior de la puerta y la



parte superior de la puerta, en m^2 , lo que sea menor, como se muestra en la [Fig. 5.4.2](#)

b: longitud del costado más corto del cristal, en mm

b_{bv} = distancia horizontal, en m, desde el pivote del visor hasta el centroide de el área proyectada horizontal del visor de la puerta, como se muestra en la [Fig. 5.4.2](#)

c_{bv} = distancia horizontal, en m, desde el pivote del visor hasta el centro de gravedad de la masa del visor, como se muestra en la [Fig. 5.4.2](#)

F_p : fuerza total de encajonamiento, en KN

F_x, F_y, F_z : fuerzas externas de diseño, en KNm

h = altura de la puerta entre los niveles de la parte inferior de la puerta y la cubierta superior o entre la parte inferior de la puerta y la parte superior de la puerta, en metros, lo que sea menor, como se muestra en la [Fig. 5.4.1](#)

H_b : altura mínima de proa, en mm

K_s : factor de acero de alta resistencia a la tracción = $235/\sigma_s$

l_d = longitud de la puerta a una altura $h / 2$ por encima de la parte inferior de la puerta, en metros, tal y como se muestra en la [Fig. 5.4.2](#)

L_L : eslora en la línea de flotación. Debe tomarse como el 96 por ciento de la eslora total por encima de la línea de flotación en un 85 por ciento puntal medido desde la parte superior de la quilla, o como la eslora desde el costado de proa de la roda hasta el eje de la mecha del timón por encima de la línea de flotación, lo que sea mayor.

L_R : eslora de regla, es la distancia, en metros, en la flotación de verano desde la parte delantera de la roda hasta la parte posterior del codaste popel o del eje

M_o : momento de abertura, en KNm

n: número de láminas del cristal

P: presión de diseño, en KN/mm^2

P_e : presión externa de diseño, no debe tomarse menor de $25KN/mm^2$



P_c : fuerza accidental, en KN, debida a pérdida de la carga, etc. distribuida uniformemente sobre el área A, no debe tomarse mayor de 300 KN.

P_o : lo mayor de P_c o $5A$, KN

Q_{bd} = fuerza de cizalla, en kN, en el refuerzo calculado utilizando la presión externa distribuida uniformemente P_e tal como se da en [4.5.1](#)

r: radio del cristal, en mm

t: espesor del cristal templado de seguridad, en mm

t_i : espesor de las láminas, en mm

t_s : espesor de una sola lámina, en mm

T: tensión de cizalla, en N/mm^2

$V_{m\acute{a}x}$: velocidad de servicio máxima, en nudos

W = anchura de la puerta a una altura $h/2$ por encima de la parte inferior de la puerta, en metros, como se muestra en la [Fig. 5.4.2](#)

W_{bv} : masa de la puerta de visor, en toneladas

α_f : ángulo de lanzamiento, en grados, en el punto a ser considerado, que se define como el ángulo entre una línea vertical y la tangente al forro exterior del costado, medido en un plano vertical normal a la tangente horizontal al forro, véase la [Fig. 5.4.1](#)

β_e : ángulo de entrada, en grados, en el punto a ser considerado, que se define como el ángulo entre una línea longitudinal paralela a la línea central y la tangente al forro exterior en un plano horizontal, véase la [Fig. 5.4.1](#)

λ_G : factor del grupo de servicio para embarcaciones mono casco, véase el Capítulo 2, Parte 1 de las Reglas

= 1,0 en los Grupos 5 y 6

$C_H = 0,0125L_R$ para L_R de < 80 m

= 1,0 para la $L_R \geq 80$ m



σ : tensión de flexión, en N/mm^2

σ_{eq} = tensión equivalente, en N/m^2

$$= \sqrt{\sigma^2 + 3T^2}$$

σ_s : mínimo límite elástico específico del material, en N/mm^2

Sala de máquinas (10.1.7)

$S_{\text{máx}}$: espaciado máximo, en metros

Timones (10.1.8)

A_1, A_2 : áreas parciales del timón, en m^2

A_a : relación de aspecto del panel

A_{pL} : área del timón soportada por el pinzote, en m^2

A_R : área del timón, en m^2

b_G : espesor del material de la hembra del timón en la zona del pinzote, en mm

B : es la mayor manga de trazado, en mm

C_b : es el coeficiente de bloque en un calado, T , correspondiente a la línea de flotación de carga de verano, basado en la eslora de Regla, L_R , y la manga, B , de la siguiente manera:

$$C_b = \frac{\text{desplazamiento (m}^3\text{) en un calado } T}{L_R B T}$$

d_1, d_2 : diámetros externos e internos, respectivamente, de la mecha cilíndrica, en mm

d_E : diámetro de la mecha sólida equivalente, en mm

d_S, d_{SU} = diámetros de la mecha del timón como se definen en el [cuadro 3.2.7](#)

e : factor de forma del casco en la condición de proa

f_p : coeficiente de posición del timón



f_R : coeficiente del perfil del timón

f_v : coeficiente de velocidad del timón

f_θ : coeficiente de posición del timón

h = distancia vertical entre el centro de presiones y el punto central del radio de la pala, R , en metros, ver [fig.3.2.6\(a\)](#)

K_1, K_2, K_3 : constantes que dependen del tipo de ensamblaje adoptado

$k_f = \left(\frac{235}{\sigma_0}\right)^m$ donde σ_0 es la mínima tensión específica producida en la brida superior de la unión y m se define en el [cuadro 3.2.7](#)

$k_S = \left(\frac{235}{\sigma_0}\right)^m$ donde σ_0 es la mínima tensión específica producida en la mecha del timón y m se define en el [cuadro 3.2.7](#)

l_i : longitud del chaflán, en mm

L_R : eslora de regla, es la distancia, en metros, en la flotación de verano desde la parte delantera de la roda hasta la parte posterior del codaste popel o del eje

M_A : $P_L X_{PA} \times 10^6$ en la condición de aporado

M_F : $P_L X_{PF} \times 10^6$ en la condición de aproado

M_T : momento de rotación máxima aplicado a la mecha

M_w : fuerza de torsión generada por el mecanismo de dirección en la máxima presión de funcionamiento suministrada por el fabricante, en Nmm

n : número de pernos de la unión

N : coeficiente de disposición del pinzote

N_{pL} : longitud del pinzote del cojinete, en mm

P_L = fuerza lateral en el timón actuando en el centro de presiones en condiciones aproado o aporado, tal como se define en el [cuadro 3.2.7](#) en kN

\dot{p} : tensión media de apriete requerida, en N/mm^2

\dot{p}_R : peso efectivo del timón, en N

R : radio de la pala entre la mecha del timón y la brida de unión, en mm

t_B : espesor de la pala, en mm



t_f : espesor mínimo de la brida de unión, en mm

t_{fa} : espesor de la brida como construida, en mm

t_M : espesor, en mm, del forro lateral y almas verticales que forman la pieza principal

t_N : espesor, en mm, de la chapa de la nariz

V : velocidad máxima de servicio, en nudos

w : empuje correspondiente de la mecha del timón, en mm

w_f : anchura del material de la brida, fuera de los orificios de los pernos, en mm

x_a : distancia horizontal desde la esquina de popa del timón hasta el centro de la mecha del timón, en metros

x_B : anchura del timón, en metros, en la línea central de la mecha

x_L y x_A : distancias horizontales desde los bordes delanteros y traseros, respectivamente, del timón hasta la línea central de los pinzotes del timón, o eje, en metros

x_{pA} : distancia horizontal desde la línea central de los pinzotes del timón, o eje, hasta el centro de presiones en la condición de popa, en metros

x_{pf} : distancia horizontal desde la línea central de los pinzotes del timón, o eje, hasta el centro de presiones en la condición de proa, en metros

x_s : longitud horizontal de cualquier franja de la forma geométrica, en metros

y_1, y_2, y_3 : escantillonado vertical, en metros

y_w : espaciado vertical de los brazos del timón, en mm

Z_A : módulo de la sección del brazo, en cm^3

$\alpha_{\text{máx}}$: máximo factor de concentración permisible

δ_b : diámetro de los pernos de la unión, en mm

δ_{GH} : diámetro medio externo del alojamiento de la hembra del timón, en mm

δ_{pL} : diámetro del pinzote, en mm



\bar{d}_{ST} : diámetro medio del chaflán de la unión, en mm

θ_t : chaflán de la unión cónica, en el diámetro

σ_o : resistencia mínima a la tracción, en N/mm^2

σ_T : resistencia a la tracción del material utilizado, en N/mm^2

Estabilizadores (10.1.9)

C: longitud de la cuerda

- Maquinaria (10.2)

Propulsión (10.2.1)

A_1 : área de contacto en la instalación del eje de la hélice, en mm^2

B: anchura transversal del alma, en mm

d: diámetro interior de la muñequilla o del cojinete principal, en mm

d_1 : diámetro del cono del eje de la hélice en la mitad de la longitud del núcleo o manguito, en mm

d_3 : diámetro exterior del núcleo en la mitad de su longitud, en mm

D: diámetro exterior de la muñequilla o del cojinete principal, en mm

D_p, D_j : diámetro exterior de la clavija principal o cojinete, en mm

D_{pi}, D_{ji} : diámetro interior de la clavija principal o cojinete, en mm

D_s : disminución del diámetro del cojinete principal en el alma, en mm

E: módulo de Young de elasticidad del material del cigüeñal, en N/mm^2

E1: módulo de elasticidad del material del eje de la hélice, en N/mm^2

E3: módulo de elasticidad del material de la hélice, en N/mm^2

F: fuerza de rotación en la línea central del alma, en N

F_{os} : factor de seguridad contra el deslizamiento rotacional que debe tomarse como 2,0

G: densidad, en g/cm^3



h: espesor radial del alma, en mm

K_1 : factor de incremento de la fatiga debido al proceso de fabricación

= 1,05 para flujo de granos continuo (CGF) o forjados

= 1,0 para forjado libremente

= 0,93 para acero fundido

K_2 : factor de incremento de la fatiga debido al tratamiento de superficies

K_e : factor de tensión de flexión

M: empuje de la hélice, en N

M_b : momento de flexión rotativo en la línea central del alma, en Nmm

M_p , M_j : mordedura del radio del ángulo dentro del alma medido desde la cara del alma, en mm

P: potencia de salida, en Kw

Q: par de torsión medio correspondiente a P y a R, tal como se define en la Parte 9 de las Reglas, en Nmm

r: radio del ángulo propuesto en la raíz, en mm

R: velocidad en la potencia asociada, en rpm

R_p , R_j : radio del ángulo en la unión del alma y el pasador o cojinete, en mm

S: ciclos, en mm

T: espesor de Regla de la pala en la raíz, en mm

$T_{0,6}$ = espesor en el 60 por ciento del radio, calculado por [4.1.1](#)

T_1 : temperatura en el momento de la instalación de la hélice en el eje, en °C

T_a : momento de torsión rotacional en la muñequilla o cojinete de la manivela, en Nmm

T_p , T_j : tensión máxima de torsión en la clavija y cojinetes principales teniendo en cuenta los elevadores de la tensión, en N/mm^2



$T_{sk \text{ raíz}}$ = espesor en un 25 por ciento del radio o 35 por ciento del radio, calculado por [4.1.1](#)

U: tensión admisible, en N/mm^2

Z_e = módulo de torsión correspondiente

$$= \pi \frac{(D_s^4 - d^4)}{160D_s} \text{ mm}^3$$

Z_T = módulo de torsión de la muñequilla y del cojinete principal

$$= \pi \frac{(D^4 - d^4)}{16D} \text{ mm}^3$$

α_1 : coeficiente de expansión lineal del material del eje de la hélice, en $mm/mm/^\circ C$

α_3 : coeficiente de expansión lineal del material de la hélice en $mm/mm/^\circ C$

α_B : factor de concentración de tensión de flexión para la muñequilla

α_T : factor de concentración de tensión de torsión para la muñequilla

β_B : factor de concentración de tensión de flexión para el cojinete principal, véase [4.3.3](#)

β_Q : factor de concentración de tensión de cizalla directa para el cojinete principal, véase [4.3.3](#)

β_T : factor de concentración de tensión de torsión para el cojinete principal, véase [4.3.3](#)

δ_p : parada propuesta en la temperatura de ajuste

θ_1 : conicidad del cono del eje de la hélice

θ_s : máximo ángulo de inclinación de la pala, se define como el ángulo entre una línea dibujada a través de la parte superior de la pala y la línea central del eje y una segunda línea a través de la línea central del eje que actúa como una tangente hasta el sitio de los puntos medios de las secciones helicoidales de la pala

μ : coeficiente de fricción estática que debe tomarse como 0,2 para superficies desgrasadas



μ_1 : coeficiente de fricción para la instalación del ensamblaje del núcleo en el eje

ν_1 : coeficiente de Poisson para el material del eje de la hélice

ν_3 : coeficiente de Poisson del material de la hélice

σ_{ax} : tensión de rotación axial, en N/mm^2

σ_b : tensión de rotación de flexión en N/mm^2

σ_B = concentración de tensión de flexión, véase [4.3.2](#).

σ_{ep} : tensión de torsión equivalente

σ_p, σ_j : tensión máxima de flexión de la clavija y cojinete principal teniendo en cuenta los elevadores de la tensión, en N/mm^2

σ_Q : tensión directa de rotación, en N/mm^2

σ_T = concentración de tensión de torsión, véase [4.3.2](#)

σ_u : UTS mínimo específico del material, en N/mm^2

σ_y : límite elástico mínimo específico del material, en N/mm^2

Sistemas de combustible (10.2.2)

BMEP: presión media efectiva, en bar

Sistemas de transmisión (10.2.3)

a: distancia al centro, en mm

b: anchura de la cara del diente, en mm

C: relación de los valores de torsión de vibración media en la velocidad de rotación que se está considerando

C_γ : malla de refuerzo del diente (mal de refuerzo total por unidad de anchura de la cara), en $N/mm\mu m$

d: diámetro de referencia, en mm

d_a : diámetro de la punta, en mm

d_{an} : diámetro virtual de la punta, en mm



d_b : diámetro de la base, en mm

d_{bn} : diámetro virtual de la base, en mm

d_{en} : diámetro virtual hasta el punto más alto de la pareja de contacto de un único diente, en mm

d_i : diámetro del agujero central, en mm

d_f : diámetro de la raíz, en mm

d_{fn} : diámetro virtual de la raíz, en mm

d_n : diámetro virtual de referencia, en mm

d_p : diámetro del círculo de lanzamiento de los dientes del acoplamiento

d_o : diámetro exterior propuesto, en mm

d_R : diámetro mínimo de los topes de los tornillos, en mm

d_s : diámetro de contracción, en mm

d_w : diámetro del círculo de lanzamiento, en mm

d_1 : diámetro del eje en la mitad de la longitud de la chaveta, en mm

D : diámetro del eje de la hélice o conducto del eje bajo el revestimiento, en mm

D : diámetro del círculo de lanzamiento de los pernos, en mm

f_{ma} : desalineamiento del costado del diente debido a errores de fabricación, en μm

f_{pb} : desviación máxima de la distancia de la base de la rueda, en μm

f_{sh} : desalineamiento del costado del diente debido a desviaciones en la rueda y el piñón, en μm

f_{sho} : factor intermediario para la determinación de f_{sh}

F_t = carga nominal tangencial al diente, en N

$$= \frac{P}{nd} 19,098 \times 10^6$$

F_β : desviación total del alineamiento del diente, en μm



$F_{\beta x}$: desviación longitudinal real del costado del diente antes del funcionamiento, en μm

$F_{\beta y}$: desviación longitudinal real del costado del diente después del funcionamiento, en μm

g_{α} = longitud de la línea de actuación para ruedas dentadas externas, en mm:

$$= 0,5\sqrt{(d_{a1}^2 - d_{b1}^2)} + 0,5\sqrt{(d_{a2}^2 - d_{b2}^2)} - \alpha \sin \alpha_{tw}$$

Para ruedas dentadas internas:

$$= 0,5\sqrt{(d_{a1}^2 - d_{b1}^2)} - 0,5\sqrt{(d_{a2}^2 - d_{b2}^2)} - \alpha \sin \alpha_{tw}$$

h : altura total del diente, en mm

h_{a0} : adición del perfil básico del diente, en mm

H_v : número de dureza Vickers

K_A : factor de aplicación

$K_{F\alpha}$: factor de distribución de la carga transversal

$K_{F\beta}$: factor de distribución de la carga longitudinal

$K_{H\alpha}$: factor de distribución de la carga transversal

$K_{H\beta}$: factor de distribución de la carga longitudinal

K_V : factor dinámico

$K_{V\alpha}$: factor dinámico para impulsar las ruedas dentadas

$K_{V\beta}$: factor dinámico para ruedas dentadas helicoidales

K_Y : factor de reparto de la carga

L : extensión entre los centros de los cojinetes del eje, en mm

m_n : módulo normal, en mm

n : revoluciones/minuto del piñón

n : número de pernos en el acoplamiento



P: potencia transmitida, en KW

P_r : presión radial de la superficie de contribución, en N/mm^2

P_{ro} : protuberancia de la herramienta, en mm

q: tolerancia de mecanizado, en mm

q_s : parámetro de la muesca

q' : factor intermediario para la determinación de C_y

Q: grado de precisión a partir de la Norma ISO 1328-1975

Q: carga externa en N

R: revoluciones por minuto

R_a : rugosidad de la superficie, en μm

S_{pr} : recorte residual dejado por la protuberancia, en mm

S_{Fmin} : factor mínimo de seguridad para la tensión de flexión

S_{Fn} : cuerda de la raíz del diente en la sección crítica, en mm

S_{Hmin} : factor mínimo de seguridad para tensiones de contacto hercianas

t: espesor del revestimiento, en mm

u: relación del engranaje = $\frac{\text{número de dientes en la rueda}}{\text{número de dientes en el piñón}} \geq 1$

V: velocidad lineal en el círculo de lanzamiento en m/s

x: coeficiente de adición de modificación

y_α : funcionamiento dentro de la tolerancia, en μm

y_β : funcionamiento dentro de la tolerancia, en μm

Y_D : factor de diseño

Y_F : factor de forma de los dientes

Y_{RrelT} : factor relativo del acabado superficial

Y_S : factor de concentración de tensiones



Y_{ST} : factor de corrección de la tensión

Y_x : factor de tamaño

Y_β : factor de ángulo de la espiral

$Y_{\delta_{rel T}}$: factor de sensibilidad relativa de la muesca

Z : número de dientes (por medio acoplamiento)

Z_E : factor de elasticidad del material

Z_H : factor de zona

Z_n : número virtual de dientes

Z_R : factor de acabado superficial

Z_V : factor de velocidad

Z_x : factor de tamaño

Z_β : factor de ángulo de la hélice

Z_ε : factor de contacto

α_{en} : ángulo de presión en el punto más alto de un solo diente en contacto, en grados

α_n : ángulo de presión normal en el diámetro de referencia en grados

α_t : ángulo de presión transversal en el diámetro de referencia

α_{tw} : ángulo de presión transversal en el diámetro del círculo de lanzamiento, en grados

α_{Fen} : ángulo para la aplicación de la carga en el punto más alto de un solo diente en contacto, en grados

β : ángulo de la hélice en el diámetro de referencia, en grados

β_b : ángulo de la hélice en el diámetro de base, en grados

γ : factor intermediario para la determinación de f_{sh}

ε_α = relación de contacto transversal



$$= \frac{\rho_{\alpha} \cos \beta}{\pi m_n \cos \alpha_t}$$

$\varepsilon_{\alpha n}$: relación de contacto virtual transversal

ε_{β} = relación de superposición

$$= \frac{b \sin \beta}{\pi m_n}$$

ε_{γ} : relación total en contacto

δ_{a0} : radio de punta de la herramienta, en mm

δ_c : radio relativo de curvatura en el punto de desplazamiento, en mm

δ_F : radio del ángulo de la raíz del diente en el contacto de la tangente a 30°, en mm

ρ_c = radio relativo de curvatura en el punto de desplazamiento, en mm

$$= \frac{\alpha \sin \alpha_{tw} u}{\cos \beta_b (1+u)^2}$$

σ : límite de elasticidad del material de la chaveta, eje o núcleo, según proceda, en N/mm²

σ_B : resistencia límite para la tracción, en N/mm²

σ_F : tensión de flexión en la raíz del diente, en N/mm²

$\sigma_{F \text{ lim}}$: resistencia límite para la tensión de flexión, en N/mm²

σ_{FP} : tensión admisible de flexión en la raíz del diente, en N/mm²

σ_H : tensión de contacto herciano en el círculo de lanzamiento, en N/mm²

$\sigma_{H \text{ lim}}$: resistencia límite para tensiones de contacto hercianas, en N/mm²

σ_{HP} : tensión admisible de contacto herciano, en N/mm²

σ_n : ángulo de presión normal en el diámetro de referencia del engranaje, en grados

σ_u : resistencia mínima específica a la tracción del material del eje, en N/mm²

σ_{γ} : límite de elasticidad del material del perno en N/mm²



Equipos de fondeo y amarre (10.2.4)

d_c : diámetro de la cadena, en mm

EN: número de equipo

L_c : longitud total de la cadena a bordo, en metros

w_a : masa del ancla de leva, en Kg

Sistemas de tuberías (10.2.5)

ABS: acrílonitrilo butadieno estireno

C: tolerancia de corrosión

Et: menor límite elástico específico o 0,2 por ciento de la tensión de prueba en la temperatura de diseño.

GRE: fibra de vidrio reforzada con resina de epoxi

GRP: fibra de vidrio reforzada con poliéster

HDPC: polietileno de alta densidad

P_{col} : presión de colapso en las tuberías, en bar

P_{lt} : presión de la prueba hidrostática de fallo a largo plazo (100.000 horas), en bar

pN_e : presión externa nominal, en bar

pN_i : presión interna nominal, en bar

P_{st} : presión de la prueba hidrostática de fallo a corto plazo, en bar

PVC: policloruro de vinilo

R_{20} : resistencia a la tracción mínima específica a la temperatura ambiente

S_R : tensión media para producir la rotura en 100.000 horas a la temperatura de cálculo

S_o : área real de la sección transversal de la pieza de ensayo

Sistemas de achique y de drenaje (10.2.6)

B: manga de la embarcación, en metros



C: longitud del compartimiento, en metros

d_b : diámetro de las tuberías de subdivisión de aspiración de sentina, en mm

d_m : diámetro interior de la tubería de achique principal, en mm

D: puntal de trazado a la cubierta estanca, en metros

L: eslora de la embarcación, en metros

N: número de bombas sumergibles fijas

Q: capacidad de cada unidad de achique o bomba, en m^3 /hora

Q_n : capacidad de cada bomba de achique sumergible, en m^3 /hora

Q_t : capacidad total de las bombas en m^3 /hora

Planta de presión (10.2.7)

d: diámetro máximo de cualquier abertura aislada no reforzada, en mm

d_o : diámetro del agujero en el depósito, en mm

D: diámetro medio del depósito, en mm

D_i : diámetro interior del depósito cilíndrico, en mm

D_o : diámetro exterior de la parte paralela del extremo, en mm

E_t : mínimo límite de elasticidad específico o 0,2 por ciento de la tensión de prueba

J: factor de unión de las uniones longitudinales

k: factor de forma

L: ancho del refuerzo añadido no superior a D, en mm

p: presión de diseño, en bar

R_i : radio interior, en mm

R_{20} : resistencia a la tracción mínima específica a temperatura ambiente

S_R : tensión media para producir la rotura en 100.000 horas a una temperatura, T

t_a : espesor real de la chapa del depósito sin tolerancia para la corrosión, en mm



t_b : espesor real de un tubo vertical sin restar tolerancias y tolerancias de corrosión, en mm

t_r : espesor del refuerzo añadido, en mm

t_s : espesor calculado de un depósito sin uniones o aberturas, o tolerancia para la corrosión, en mm

T: mínima temperatura de diseño, en °C

σ : tensión admisible de la chapa del depósito, en N/mm²

σ_p : tensión admisible del tubo vertical, en N/mm²

σ_r : tensión admisible del refuerzo añadido, en N/mm²

σ_w : tensión admisible del metal de soldadura, en N/mm²

Sistemas contra incendios (10.2.8)

B: manga máxima de trazado, en metros

D: puntal de trazado a la cubierta de cierre, en metros

L_R : eslora de regla, es la distancia, en metros, en la flotación de verano desde la parte delantera de la roda hasta la parte posterior del codaste popel o del eje

Q: capacidad total en m³/hora

Sistemas eléctricos (10.2.9)

ETD: detector de la temperatura incrustado

f.l.c.: corriente de carga total clasificada

r.m.s: valor efectivo, raíz media cuadrática

R: método de la resistencia

t_p : período intermitente en minutos, es decir, el periodo total de carga y no carga antes de que el ciclo se repita

t_s : tiempo de servicio de la carga de corriente, en minutos

T: método del termómetro



Aplicación de las reglas del Lloyd's Register of Shipping a la construcción de un yate de acero de 45 m. LOA

$T = 0,245d^{1,35}$ donde d es el diámetro general del cable, en mm

$X''d$: reactancia subtransitoria del eje directo



13. BIBLIOGRAFÍA

- Lloyd's Register Rules and Regulations. *Rules and Regulations for the Classification of Special Service Craft*, July 2004.
- Luis Suárez Gil. *Diccionario Técnico Marítimo, inglés-español español-inglés*. 2ª edición revisada 1983. Editorial Alhambra.
- Pr. Vicente Saénz Marín. Apuntes asignatura "Inspección de Embarcaciones de Recreo".
- Pr. Chakor Mohamed Reda. Apuntes asignatura "Construcción naval y propulsores"
- Pr. Julio García Espinosa. Apuntes asignatura "Proyectos"

WEBS CONSULTADAS

<http://es.wikipedia.org>

<http://www.aduananews.com.ar>

<http://www.bibliojuridica.org>

<http://www.montynorth.com>

<http://www.viudes.com>



14. AGRADECIMIENTOS

He de expresar mi agradecimiento a todas aquellas personas que me han dado la oportunidad de desarrollarme, tanto intelectual como personalmente. Su influencia es de gran importancia para poder llegar al punto en el que me encuentro, finalizando una carrera y el proyecto culmen de la misma.

Primero de todo debo dar las gracias a mi familia y amigos por su apoyo incondicional y en especial a mis padres por darme la oportunidad de haber podido realizar esta carrera y de formarme en otros ámbitos, como ha sido el inglés, de gran importancia en nuestros días. También a ti, Sergi, por tenerte siempre a mi lado tanto en lo buenos momentos como en los malos, por hacerme saber que siempre puedo contar contigo y por supuesto por tu ayuda en la realización de este trabajo.

También quiero agradecer especialmente a mi Director del Proyecto, el Profesor Vicente Sáenz, su gran dedicación y apoyo durante el largo transcurso de este trabajo, incluso en periodos vacacionales; el hecho de haberme dado la oportunidad de trabajar en el apasionante mundo de la inspección, sus valiosas lecciones durante la carrera y por enseñarnos a ver en lugar de mirar.

Gracias también al Astillero Monty North por abrirme sus puertas durante la construcción del yate objeto del Proyecto y sobre todo a Marta Mirón, por dedicarme parte de su tiempo y proporcionarme la información necesaria.

A mis compañeros de trabajo, en especial a mi también compañero de estudios Joan Salart, por los ánimos que me habéis dado para que al fin pueda escribir las últimas líneas de este Proyecto de final de carrera.

Muchas gracias a todos los nombrados y a los que no aparecen explícitamente, sin vosotros este trabajo no hubiera sido posible!



15. ANEXOS