



Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.



Mapa de Causas para accidentes Marítimos.



Tutor: D. Gregorio Munuera Saura

Realizado por: Ángel Morales Navarro

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

AGRADECIMIENTOS

Tras finalizar la carrera y el proyecto, sólo me queda dar las gracias a algunas personillas muy importantes como son mi madre **María** y mis hermanos **Pepe** y **Jesús** ya que todos de una forma o de otra, **SIEMPRE** me han animado, apoyado y siempre me han dicho: “Angelito, tranquilo, ya llegará la recompensa”.

A mi nena, a mi mujer, a mi pareja, a mi novia, a mi **Ana**, por estar **SIEMPRE** junto a mí, por aguantar ese incómodo mes de agosto del 2015 ante mi malestar, nervios e inquietud frente a la última convocatoria oficial de una asignatura.

A **IMPORANTES** compañeros de la carrera como: **José Víctor C. de P.**, **Jorge P. A.**, **Blanca R. P.**, **Cristina C. C** y **Encarnación C. B.** ya que gracias a su ayuda y a los apuntes tanto míos como suyos, lo hemos conseguido.

A **Gregorio** por estar pendiente del proyecto durante sus vacaciones, por orientarme y darme la idea de incluir *Cause Mapping* para identificar las causas subyacentes de un incidente, de manera que las soluciones más eficaces pueden ser identificadas e implementadas.

Muchas gracias.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.
Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Contenido

1.	OBJETO DEL PROYECTO.....	7
2.	INTRODUCCION.....	7
3.	LLEGADA A PUERTO. PUNTO DE FONDEO Y AMARRE	8
3.1	Fondeo de los buques	8
3.1.1	Equipos que intervienen en la maniobra de fondeo.....	8
3.1.2	Planificación de la maniobra de fondeo	9
3.1.3	Aplicaciones del fondeo en distintas situaciones y circunstancias	10
3.1.4	Fuerzas que intervienen en la maniobra de fondeo	12
3.1.5	Procedimientos para la cuantificación de las fuerzas.....	13
3.1.6	Influencia de la naturaleza del fondo con el tipo de equipamiento disponible ..	19
3.1.7	Pérdidas de eficacia teórica de retención y situaciones críticas generadas	20
3.1.8	Garreo voluntario.....	21
3.1.9	Comportamientos del buque fondeado.....	22
3.1.10	Determinación del área de fondeo	23
3.1.11	Procedimiento de cálculo analítico para asegurar la situación de fondeado	24
3.1.12	Relación sonda-calado y cadena a filar	26
3.1.13	Maniobra para fondear	27
3.1.14	Fondeo con más de un ancla.....	30
3.1.15	Riesgo al fondear dos anclas	36
3.1.16	Uso del fondeo del ancla de popa.....	38
3.2	Amarre	39
3.2.1	Funciones de las amarras.....	44
3.2.2	Características de las amarras.....	45
3.2.3	Eficacia de las amarras	48
3.2.4	Fuerzas que deben soportar las amarras.....	48
3.2.5	Influencia de la longitud.....	51
3.2.6	Selección de la amarra requerida y su número	52
3.2.7	Mantenimiento de los equipos	54
3.2.8	Equipos de Protección Personal.....	55
4.	Numeral de Equipo.....	56
4.1	Cálculo de los Sistemas de Fondeo	59

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

4.1.1	Elección del Ancla.....	59
4.1.2	Elección de la Cadena.....	60
4.1.3	Cables y amarras	66
4.1.4	Escobenes.....	66
4.1.5	Caja de cadenas.....	67
4.1.6	Molinete.....	68
4.1.7	Cabrestante	72
4.1.8	Situación de los Elementos de Amarre, Fondeo y Remolque	74
4.1.8.1	Guía de costado	74
4.1.8.2	Guía de Remolque.....	75
4.1.8.3	Guías panamá dobles.....	75
4.1.8.4	Guía sencilla (4 rodillos).....	75
4.1.8.5	Bitas de amarre.....	75
4.1.8.6	Bitas de remolque.....	76
4.1.8.7	Roletes.....	76
5.	ACCIDENTES MARITIMOS.....	76
5.1	SINIESTROS MARÍTIMOS	77
5.2	INVESTIGACIÓN DE SINIESTROS MARÍTIMOS	79
5.2.1	PRIMERA CONSULTA: ¿Qué objeto y finalidad persigue el Código de Investigación de Siniestros?.....	80
5.2.2	SEGUNDA CONSULTA: ¿Qué se entiende por siniestro marítimo?.....	81
5.2.3	TERCERA CONSULTA: ¿Qué se entiende por suceso marítimo?	81
5.2.4	CUARTA CONSULTA: ¿Qué cuestiones debe abordar una investigación sobre seguridad marítima?	81
5.2.5	QUINTA CONSULTA: ¿El Código de Investigación de Siniestros contiene normas obligatorias?.....	82
5.2.6	SEXTA CONSULTA: ¿Procede hacer referencia a otras normas obligatorias en relación al comportamiento de los Estados afectados?	83
5.3	NORMAS SOBRE INVESTIGACIONES DE SINIESTROS O SUCESOS	84
5.3.1	PRIMERA CONSULTA: ¿El Código contempla responsabilidades administrativas respecto a las prácticas recomendadas en seguridad de siniestros y sucesos marítimos?....	84
5.3.2	SEGUNDA CONSULTA: ¿Qué bases o principios de investigación de los siniestros o sucesos han de garantizar la eficacia de la citada investigación?.....	85
5.3.3	TERCERA CONSULTA: ¿En la investigación de los siniestros y sucesos marítimos deberán seguirse las prácticas recomendadas?.....	86

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

5.3.4	CUARTA CONSULTA: ¿Qué factores deberán tener en cuenta los Estados implicados para llegar a un acuerdo?	86
5.3.5	QUINTA CONSULTA: ¿Qué contenido debe tener el proyecto de informe y el informe final?	87
5.4	ANÁLISIS DE SINIESTROS Y/O SUCESOS	87
5.5	MÉTODOS DE ANÁLISIS	92
5.5.1	Análisis de Accidentes Marítimos mediante Cause Mapping	98
6.	Conclusiones.....	105
7.	Bibliografía	105

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

1. OBJETO DEL PROYECTO

En este Proyecto Fin de Carrera se indican las características del fondeo y amarre correspondiente a un Petrolero y un análisis del Mapa de Causa/Raíz de diferentes accidentes marítimos teniendo como finalidad la determinación de las causas técnicas.

La forma de realizar el cálculo de fondeo y amarre se hace de forma general, es aplicable tanto a cualquier tipo de buque: portacontenedores, petrolero, gasero, buque frigorífico...

El análisis de Mapa de Causa/Raíz tiene el objetivo o finalidad identificar las causas técnicas y humanas de los accidentes, hay que puntualizar que cada vez más, se apunta hacia los factores humanos como los principales desencadenantes de esta situación.

2. INTRODUCCION

La movilidad de un barco en el mar es gracias a su maquinaria propulsora, este proyecto se enfoca al cálculo del fondeo y amarre que un buque debe llevar para poder realizar las operaciones de carga y descarga, debido a esto, la propulsión queda desplazada a un segundo plano.

Históricamente, el fondeo y amarre son los sistemas que menos han evolucionado en los buques, pero no se puede olvidar que un buque siempre está expuesto a viento y corrientes, y en el momento en que llega a su destino siguen estando presentes, esto lleva consigo disponer de un fondeo eficaz o un buen amarre al muelle donde posteriormente se realizarán las operaciones de carga y/o descarga, para llevar a cabo estas operaciones, el buque debe quedar totalmente parado y sin movimientos.

Actualmente, cuanto menor sea el tiempo portuario del buque es mejor para aumentar la explotación del mismo. Analizando la vida operativa de un buque, se puede observar que gran parte de ella, de un 20% a un 40 % de tiempo, permanecen atracados en puerto realizando tareas de carga y descarga. Se debe tener en cuenta el número de escalas para la explotación del buque, en largos viajes implican realizar menos escalas, esto lleva consigo menor tiempo en puerto y por lo tanto se disminuyen los gastos.

La duración de la estancia del buque atracado lleva consigo un aumento de los gastos corresponderán a los denominados "Costes de Carga y Descarga". Ese tiempo mínimo deseado para las tareas de carga y descarga va a estar marcado por los movimientos debidos a la naturaleza (vientos, mareas, tormentas...) que experimenten los buques atracados. Si se experimentan movimientos de buques demasiado grandes, las operaciones de manejo de la carga disminuirán su velocidad o incluso se cancelan, hay ocasiones en que por exceso de confianza o contar con un apoyo externo para que el buque mantenga su posición (ayuda de un remolcador) no se paralizan las operaciones y pueden llevar a contaminación debido a un derrame, a producir daños en el buques y las instalaciones portuarias.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

En función del buque, de la carga y de las operaciones de carga y descarga a realizar, los tiempos de estancia en puerto van a variar, estos tiempos dependen de varios factores de los cuales se pueden destacar:

- Medios de carga y descarga propios del buque.
- Medios de carga y descarga de los puertos visitados.
- Tipo de mercancía transportada/a cargar.
- Número de viajes realizados.
- Número de escalas por viaje.
- Existencia de líneas regulares.
- Condiciones ambientales (incontrolables).

3. LLEGADA A PUERTO. PUNTO DE FONDEO Y AMARRE

A la llegada de un barco a puerto para realizar las diversas operaciones comerciales de carga, descarga, aprovisionamientos, reparaciones, etc., se sitúa en un lugar próximo al muelle fondeando, amarrando a boyas cuando no es imprescindible su atraque o directamente atracando. En esta situación su equipo propulsor permanecerá parado, pero no podemos olvidar que sobre el barco actuarán vientos y corrientes marinas, debido a esto el barco deberá ser amarrado al muelle, a las boyas o sujetado al fondo por medio de sus anclas, no hay que olvidar que siempre debe estar pendiente de la situación para actuar en caso de necesidad.

3.1 Fondeo de los buques

La maniobra de fondeo está asociada a la intencionalidad de lograr la inmovilidad relativa del buque respecto al fondo, si bien los distintos parámetros variables que intervienen, como son el largo de cadena filada, la naturaleza del fondo o la magnitud de las fuerzas aplicadas sobre el buque procedente de los agentes externos, causan a menudo situaciones críticas e inestables.

Fondear es la maniobra por la que el buque, haciendo uso del equipo e instalación de fondeo, puede mantenerse en una posición relativamente estática respecto al fondo sin necesidad de utilizar los equipos de propulsión o de gobierno.

Como toda maniobra, la de fondeo requerirá una estrategia y una planificación previa, una ejecución de acciones de maniobra y un procedimiento de comprobación y vigilancia posteriores que garanticen el menor riesgo y la mejor eficacia en el objetivo que se pretende alcanzar.

3.1.1 Equipos que intervienen en la maniobra de fondeo

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Los equipos y elementos estructurales del buque que pueden ser utilizados en la maniobra de fondeo estará compuesta por:

Anclas	Molinete
Escobenes	Barbotén
Gatera de la cadena	Tambor
Caja de cadenas	Ferodos
Malla	Collarín del escobén
Estopores (guillotina, husillo)	Guardainfantes
Mordazas	Cabrestante
Tapa de la gatera	Freno hidráulico
Cadenas	Caja de cadenas
Luces y marcas de fondeo	Contrete
Grillete de arganeo o de entalingadura	Embrague y freno de barbotén

3.1.2 Planificación de la maniobra de fondeo

A la hora de realizar el fondeo y el tipo de fondeo que se prevé realizar, se debe tener en cuenta todas y cada una de las condiciones y circunstancias propias y externas que puedan influir en la realización de la maniobra.

Puntos a tener en cuenta:

- Número de anclas que se requieren y orden de utilización (cuál es la primera a ser fondeada).
- De ser un sólo ancla, la del costado elegido, bien por el movimiento relativo esperado del buque, por su estado de mantenimiento y conservación o el largo de cadena disponible.
- El rumbo y la velocidad en la maniobra de aproximación, al considerar la deriva y abatimiento creados por los agentes externos, siempre en base a los efectos, a los obstáculos o puntos críticos de la maniobra.
- Determinación de las distancias de seguridad en relación con el entorno, y para cada fase de la maniobra.
- Personal de la tripulación necesario para la manipulación y necesidades del equipo. períodos críticos y plan de guardia de fondeo, etc

La maniobra del equipo de fondeo debe ser realizada por un oficial competente y experimentado que pueda asumir ciertas decisiones en cualquier circunstancia durante la maniobra.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Para ello, es recomendable que antes de iniciar la propia maniobra de fondeo el oficial participe y reciba directamente las indicaciones del capitán. En estas condiciones no existe improvisación y la maniobra siempre será bien ejecutada.

Hay ocasiones en que por cualquier motivo o circunstancia el oficial responsable del fondeo no pasa por el puente y recibe instrucciones u órdenes directas del capitán, no analizan previamente la zona de fondeo, naturaleza del fondo, espacio disponible entre otros buques u obstáculos, largos de cadena, etc..., en estas circunstancias el oficial responsable queda expuesto a las órdenes exclusivas que recibe del puente sin disponer de mayores datos que le puedan servir de ayuda en caso de quedarse incomunicado o de mal interpretarlas debido al elevado ruido de funcionamiento del equipo u otras causas.

Cuando esto sucede, el capitán espera la mejor respuesta del oficial con acciones ajustadas a las necesidades del momento, que finalmente no siempre resultan ser las más adecuadas, al realizarlas sin el soporte del conocimiento de las numerosas variables que deberían integrarse en la decisión adoptada.

Este tipo de situaciones obliga a que el oficial responsable de la maniobra de proa esté al corriente del procedimiento de maniobra que se utilizará para fondear, naturaleza de las órdenes que recibirá en función del método seguido, intercambio de pareceres y criterios ante las situaciones críticas previsibles, conocimiento de las particularidades de la zona de maniobra, sistemas de comunicación a utilizar durante la maniobra, personal disponible para ejecutarla, maniobras alternativas que podrán ser utilizadas para los casos especiales e incluso las de emergencia que pudieran precisarse.

3.1.3 Aplicaciones del fondeo en distintas situaciones y circunstancias

El equipo de fondeo tiene una gran aplicación a buen número de situaciones de maniobra, unas consideradas clásicas y otras muy especiales, pero todas ellas intervienen para llevarlas a cabo y ayuda al remate de la misma.

Las aplicaciones se incluirán en dos grupos según su propósito:

Grupo A) CON MÁQUINA.

1. Para aumentar el giro, apoyándose en el fondo mediante el ancla del costado de giro y timón a la misma banda. Debe hacerse con poca arrancada y siempre que se confíe en la capacidad y eficacia del freno del molinete, así como el estado general de todo el equipo de fondeo. Para garantizar la maniobra, también se tendrá en cuenta la naturaleza y bondad del tenedero, en relación al tipo de ancla y su capacidad de retención, unas veces para mantener su acción y otras para que pueda garrear sin faltar.
2. Ayuda en las maniobras de atraque, con 1 o 2 anclas fondeadas, con antelación y a distancia de la línea de atraque. La maniobra es complementada por acciones de máquina y timón, en base a principios dados en el caso anterior, si bien para esta maniobra se pretende que el ancla fondeada no garree en

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

ningún momento, pues, de hacerlo, el barrido de la proa podría alcanzar la línea de atraque. Factores a tener en cuenta: punto donde dar fondo, la arrancada y el largo de cadena a fondear en función de la sonda disponible y la distancia a la línea de atraque.

3. Control de la proa, en diferentes circunstancias, como son:

3.1 Mantenerse proa al mal tiempo, teniendo las dos fondeadas y con máquina avante suficiente para mantener la posición sobre ellas.

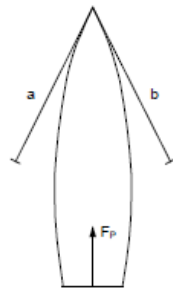


Ilustración 1. Control de la Proa

3.2 Romper los efectos de interacción con las márgenes del canal, mediante la retención que resulta del garreo del ancla fondeada en la banda en que se crean las fuerzas.

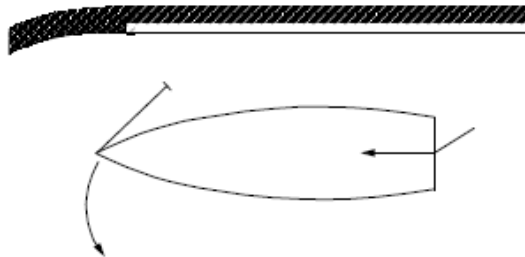


Ilustración 2. Control de Iteraciones

3.3 Con máquina atrás, en cuyo caso, el ancla garreando actúa en sustitución de un remolcador, manteniendo una determinada proa, que se podrá cambiar a voluntad.

Grupo B) SIN MÁQUINA.

1. Mantenimiento de la posición relativa respecto al fondo conseguido por una o más anclas, lo que constituye el uso y objetivo más frecuente del equipo. Otras aprovechadas para mantener el buque costado a la margen en espera de mejora de la situación.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

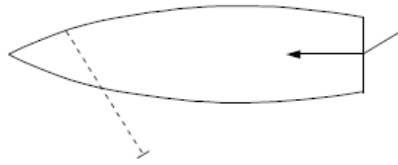


Ilustración 3. Otros usos

2. Uso en emergencias, especialmente cuando el buque, carente de propulsión y/o de gobierno por avería u otra causa, se encuentra sometido a una deriva que le empuja o aproxima peligrosamente a la costa. Es por tanto una maniobra apurada para evitar el accidente de varada.

Es evidente que las aplicaciones del equipo de fondeo son siempre beneficiosas, aunque lamentablemente no siempre son utilizadas en el momento y circunstancias adecuadas, como así lo demuestran los numerosos casos en que se empleó tardíamente o fue relegada a un segundo término, cuando en realidad hubiera sido lo más convenientemente.

3.1.4 Fuerzas que intervienen en la maniobra de fondeo

Las fuerzas que en la siguiente imagen pueden verse corresponde a:

- La fuerza (F) resultante de todas aquellas ejercidas por los agentes externos, por la cual el buque hará cabeza sobre el ancla. Los agentes externos de posible inclusión son los debidos al viento, corriente, los provocados por el oleaje del viento actual o anterior y los de carácter extraordinario creado por los hielos a la deriva en su roce con el casco.
- La fuerza (T') de resistencia sobre el fondo, opuesta al deslizamiento (garreo), que ofrece el ancla y la cadena en su conjunto.
- El peso de la cadena (P) que no descansa en el fondo, desde ese mismo eslabón hasta el que está situado en el primer punto de contacto en el escobén.
- La fuerza (T) como resultado de la descomposición de la fuerza (F), sobre la tangente de la cadena en el escobén y la vertical, que es justamente la tensión que se ejerce sobre el eslabón que descansa en él.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

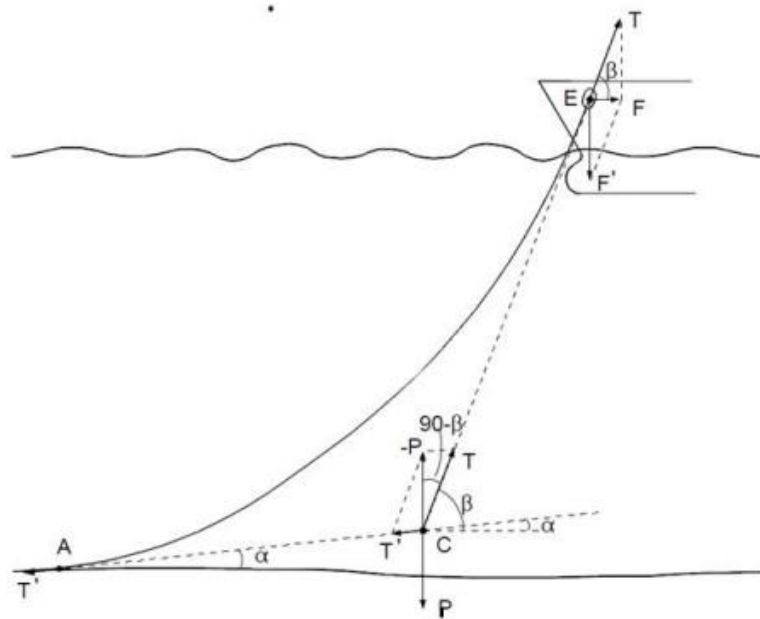


Ilustración 4. Descripción de las fuerzas

Dicho punto se considera el más crítico, por ser el que recibe toda la agresión del roce y solicitudes de dirección variable, si bien, realmente, el lugar donde la cadena ejerce todo el esfuerzo es en los engranajes del barbotén, mordaza o estopor, según la fase de maniobra.

Los ángulos considerados son los formados por las tangentes a la cadena con la horizontal, uno en el arganeo del ancla descansando en el fondo (α) y el otro en el escobén (β).

Una vez el buque ha filado la longitud de cadena que previamente ha sido evaluada como necesario para mantener la posición de fondeado, va siendo solicitado por los efectos de los agentes externos, estirando la cadena sobre el fondo hasta hacer cabeza sobre el ancla fondeada. Si se ha logrado esta situación de forma brusca y rápida, como en el caso de que el buque mantuviera una arrancada atrás, la tensión sobre el escobén y sobre el fondo se hacen superiores a las normales y el buque tiende, por la acción de reacción, a volver hacia proa, hasta que repetidos estos movimientos, finalmente adquiere una posición en que todas las fuerzas mencionadas se encuentran en equilibrio. En dichas circunstancias puede decirse que es la más estática de las posibilidades longitudinales respecto al fondo, si bien, todavía pueden permanecer otros movimientos, como es el de borneo que no modifica la cuantificación de las fuerzas, y el de arfada causada por la presencia de olas que volverían a introducir un elemento perturbador en el equilibrio longitudinal alcanzado.

3.1.5 Procedimientos para la cuantificación de las fuerzas

Existen diversos métodos teóricos para la cuantificación de las fuerzas, siendo tres los que mejor determinan la condición de seguridad para mantener la situación de fondeo.

- **MÉTODO A:** Procede del planteamiento clásico, que relaciona las tres fuerzas fundamentales (T , T' y F) y los dos ángulos básicos (α , β). Con el método se pretende garantizar, por la sola consideración de las fuerzas, que el ancla no

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

garreará mientras $T'=F$, condición de eficacia si se mantiene el valor del ángulo $\alpha=0^{\circ}$.

Demostración:

$$\frac{T'}{\text{sen}(90 - \beta)} = \frac{T}{\text{sen}(90 + \alpha)} = \frac{P}{\text{sen}(\beta - \alpha)}$$

O lo que es lo mismo:

$$\frac{T'}{\text{cos}(\beta)} = \frac{T}{\text{cos}(\alpha)} = \frac{P}{\text{sen}(\beta - \alpha)}$$

De donde:

$$T' = \frac{T * \text{cos} \beta}{\text{cos} \alpha}$$

Y al ser:

$$F = T * \text{cos} \beta$$

Sustituyendo:

$$T' = \frac{F}{\text{cos} \alpha}$$

De la última ecuación se deduce que la tensión sobre el ancla será mínima e igual a la fuerza F , cuando el denominador sea igual a 1 (valor máximo), sucediendo sólo cuando el valor de $\alpha=0^{\circ}$; siendo máxima cuando $\alpha=90^{\circ}$.

Si el ángulo α adquiere mayor valor, la fuerza T' aumenta junto con la posibilidad de garrear, creándose una situación de riesgo al no existir un punto estático respecto al fondo.

Para lograr valores de T' que no superen en mucho el valor de la fuerza F sobre el escobén, el ángulo α debe ser lo más pequeño posible, lo que en términos de maniobra significa la necesidad de filar suficiente cadena, para que parte de ella descansa en el fondo, aun considerando incrementos de la fuerza F en condiciones meteorológicas cambiantes, o las que puedan resultar a causa del propio buque por alteración de sus calados iniciales (variación del desplazamiento por operaciones de lastre, carga, modificación del asiento, etc. y la consiguiente modificación de los efectos de los agentes externos presentes sobre el buque).

- **MÉTODO B:** Este método se basa en el cálculo analítico que proporciona la aplicación física, al considerar que el comportamiento de la cadena y su perfil una vez fondeada, se aproxima en teoría, como constituyente de una cuerda catenaria, al que puede aplicársele su ecuación. Este procedimiento facilita la cuantificación de las fuerzas por cuanto, a partir de un planteamiento físico, permite su adaptación a los parámetros que en todo momento posee el buque simplificando su cálculo.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Referida a un sistema cartesiano, se determina por:

$$y = a * \cosh \frac{x}{a}$$

$$y = \frac{a}{2} (e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}})$$

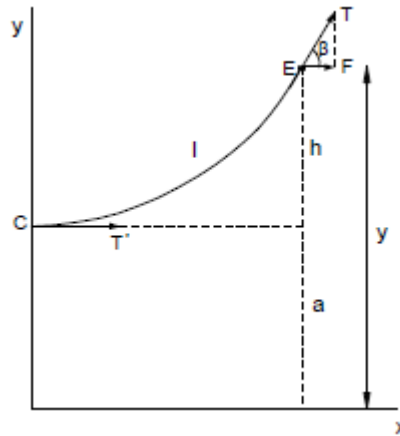


Ilustración 5. Curva catenaria de la cadena

En la que las ordenadas escalares (y, a) de la curva catenaria son las resultantes de dividir las tensiones T y T' por el peso unitario de la cadena (Pu), que a su vez se obtiene de la ecuación:

$$P_{U_{100m}} = 2,15 * \varnothing^2$$

$$P_{U_{agua}} = \frac{7}{8} * P_U$$

Siendo " \varnothing " el diámetro de la cadena en cm.

Con este planteamiento, se obtiene:

$$T = P * y = P(a + h) = P \sqrt{l^2 + a^2} = P \sqrt{l^2 + \left(\frac{l^2 - h^2}{2h}\right)^2}$$

Y por tanto

$$T = \frac{P}{2h} (l^2 + h^2)$$

Del mismo modo se obtiene:

$$T' = P * a = \frac{P}{2h} (l^2 + h^2)$$

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Y finalmente:

$$\cos \beta = \frac{l^2 - h^2}{l^2 + h^2}$$

Las variables que forman parte de las ecuaciones son siempre conocidas a bordo y, por tanto, disponibles en el momento del cálculo, siendo las nuevas variables que ahora aparecen:

- L → longitud de la cadena filada, contada desde el escobén al grillete de arganeo,
- h → altura desde el punto de contacto de la cadena en el escobén hasta el fondo marino.

A diferencia del método anterior, en éste no se tiene en cuenta el valor del ángulo α al estar integrado en la propia determinación de la catenaria por sus ordenadas escalares, considerándose sólo la cuantificación de las fuerzas por su configuración física.

Otro procedimiento de cálculo que tiene en consideración el valor del ángulo β , es el que utiliza factores (f) y (f') que, multiplicados por el peso unitario de la cadena en el agua, proporciona los valores de las fuerzas (T') y (T) respectivamente.

Tales factores son obtenidos por las ecuaciones:

$$f = l * \coth \beta \quad f' = \frac{l}{\sin \beta}$$

Este procedimiento de cálculo permite diseñar una tabla donde se encuentren los resultados para cada situación de valor del ángulo β y longitud de cadena.

SONDA (m)	$\beta=15^{\circ}$			$\beta=20^{\circ}$			$\beta=30^{\circ}$			$\beta=40^{\circ}$			$\beta=50^{\circ}$			$\beta=60^{\circ}$		
	l	f	f'	l	f	f'	l	f	f'	l	f	f'	l	f	f'	l	f	f'
10	76	283	294	57	156	166	38	65	75	28	33	43	22	18	28	18	10	20
20	152	567	587	114	312	332	75	130	150	55	66	86	43	36	56	36	20	40
30	228	850	881	171	468	498	112	194	224	83	99	128	65	54	84	54	30	60
40				227	624	663	150	259	299	110	131	171	86	72	112	72	40	80
50							187	324	374	138	164	214	107	90	140	90	49	100
60							224	388	448	165	197	256	129	108	168	108	59	120
70										193	229	299	150	126	196	126	69	140

Un procedimiento práctico para conocer el valor aproximado del ángulo β , a efectos de su utilización en la cuantificación, siempre que no se dispongan de otros medios más técnicos, consiste en efectuar los siguientes pasos:

1. Conocer la longitud del segmento de cadena CE, obtenido por la fórmula

$$CE = \frac{n}{2} * (x + y)$$

en la cual:

- n: nº de eslabones contados visibles fuera del agua.
- x: longitud de 1 eslabón.
- y: separación entre 2 eslabones en un mismo plano.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

- Determinar el valor de EM por la distancia comprendida desde el primer punto de contacto de la cadena en el escobén, hasta la flotación.
- Aplicar:

$$\text{sen}\beta = \frac{EM}{CE}$$

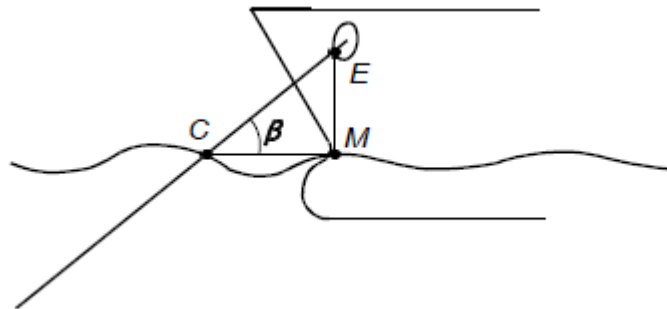


Ilustración 6. Cálculo de β

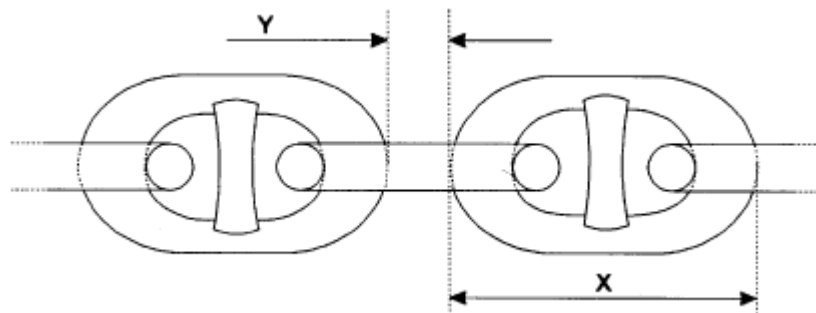


Ilustración 7. Sección de cadena

- MÉTODO C:** Está basado, por una parte, en la influencia que las características del buque (formas: desplazamiento), obra viva (calado: efecto de la corriente) y obra muerta (superestructuras: efecto del viento) tienen sobre el escantillonado del equipamiento del buque, relacionadas mediante el llamado numeral de equipo (NE).

Para obtener el numeral de equipo, se aplica en la información proporcionada por una Sociedad de Clasificación como **Det Norske Veritas**, simplemente hay que conocer unos datos básicos del buque, sustituirlos en la siguiente fórmula y obtener así un número, con dicho número se localiza su posición en una tabla, y ahí se puede ver los requisitos de los equipos y de la instalación para el anclaje y amarre.

- Numeral de Equipo

$$NE = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2BH + \frac{A}{10}$$

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Siendo:

- Δ : desplazamiento del buque en el calado de verano (en toneladas).
- B: manga de trazado máxima del buque (en metros).
- H: francobordo en la maestra en metros, desde la flotación de verano hasta la cubierta superior, más la suma de las alturas en la maestra, en metros, de cada hilada de casetas con una manga mayor de B/4.
- A: es el área en metros cuadrados, en el plano de la crujía (área lateral), por encima de la flotación del casco y superestructura de casetas con manga superior a B/4.
- Las pantallas o amuradas de altura igual o superior a 1.5 metros se consideraran como casetas para determinar H y A. Esto sucede en el caso particular en algunas proas de buques. Para el cálculo de H se desprecian el arrufo y la brusca:

$$H = a + \sum H$$

Para el piso más bajo, cuando exista una discontinuidad local en la cubierta superior, la altura H se medirá a partir de la línea ficticia de cubierta. No se considera el asiento ni arrufo en la determinación del valor de H.

Si una caseta o superestructura posee un ancho superior a B/4 se encuentra por encima de una caseta con un ancho igual o inferior a B/4, se incluirá la caseta más ancha y se ignorará la estrecha.

En embarcaciones menores, algunas sociedades de clasificación, fijan el numeral de equipo en función del producto de la eslora, la manga y puntal elevado a 2/3 afectado por un coeficiente k.

Una vez encontrado el numeral de equipo, se buscan en unas tablas de la sociedad de clasificación utilizada y obtenemos:

- Número de anclas.
- Peso del ancla.
- Longitud de la cadena.
- Diferentes diámetros según la cadena.
- Cable de remolque con su longitud y carga de rotura.
- Líneas de amarre con su longitud individual y carga de rotura.

Para el caso de los remolcadores se establece una fórmula específica para el cálculo del número de equipo, que es la siguiente:

$$NE = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2 \left(B * f + \sum bh \right) * \frac{A}{10}$$

- f: francobordo en la maestra desde la flotación de verano.
- Δ : desplazamiento del buque en el calado de verano (en toneladas).
- B: manga de trazado máxima del buque (en metros).

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

- h: altura, en metros de cada hilada de superestructura o caseta, en el costado, que tenga una manga de B/4 o mayor (no se tendrán en cuenta el arrufo ni el trimado)(m).
- b: manga, en metros, de la superestructura o caseta más ancha de cada hilada.
- A: Área en el plano de crujía dentro de la eslora reglamentaria del buque y de las superestructuras o casetas por encima de la flotación de verano que se encuentren dentro de la eslora reglamentaria del buque, y que además tengan una manga mayor de B/4.

En general todas las Sociedades de Clasificación siguen procesos similares, con lógicas variaciones en la manera de determinación del equipo de fondeo. Algunos utilizan la fórmula general a la que aplican algunas reducciones en función del tipo de buque y servicio que está destinado a prestar, mientras que otras, entre ellas el Lloyd's Register, emplean distintas fórmulas también en función del tipo de buque y servicio que está destinado a prestar, pero todas tienen en común el acompañar sus reglamentos de unas tablas de equipo requerido, que resultan ser casi idénticas para todas ellas.

Esto se debe a que la International Association of Classification Societies (IACS), que es como un fórum que aglutina a todas las sociedades clasificadoras del mundo, ha servido para unificar criterios y eliminar el aislamiento en que trabajaban las distintas sociedades, creando el citado fórum.

3.1.6 Influencia de la naturaleza del fondo con el tipo de equipamiento disponible

La elección del fondeadero debe hacerse en virtud de las características de agarre del tipo de ancla que equiepe el buque, respecto a la naturaleza del fondo.

Se establecen distintas naturalezas del fondo según las materias allí depositadas; sin embargo una clasificación en tres categorías es suficiente para acotar el criterio de selección:

- Buen tenedero: los constituidos por fango duro, conchuela, arena fangosa y arena gruesa. Para este fondo, las anclas de tipo Hall asumen un agarre de cuatro veces su peso, mientras que las AC-14 llegan hasta ocho veces el peso del ancla.
- Un tenedero regular: los compuestos de arcilla, cascajo y arena fina. La eficacia de agarre de las anclas Hall es de tres veces su peso y para la AC-14 es de diez.
- Un mal tenedero: el disponible básicamente por fango blando, piedra y coral. La eficacia de retención de las anclas en dichos fondos, baja sensiblemente, siendo de dos veces su peso en ambos tipos considerados.

Es importante no olvidar que se debe prestarse atención a las especificaciones de prueba que demuestre el fabricante del ancla a fin de asegurar la verdadera capacidad de agarre disponible.

Por otra parte, los fondos arcillosos, si bien retienen bien el ancla permitiendo que sus uñas penetren en su lecho, una vez zarpada del fondo, retienen un gran contenido de arcilla provocando situaciones anómalas en los casos en que debiera ser nuevamente utilizada,

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

debido principalmente a la consolidación de dicha materia sobre la cruz, imposibilitando sus variaciones respecto a la caña del ancla en el ángulo de libertad según construcción (aprox. 50°). Esta circunstancia provoca que, ante variaciones sustanciales de la proa del buque por efecto de los agentes externos (borneo de 180°), la nueva solicitud del ancla no pueda agarrar en el fondo y el buque inicie una situación de garreo.

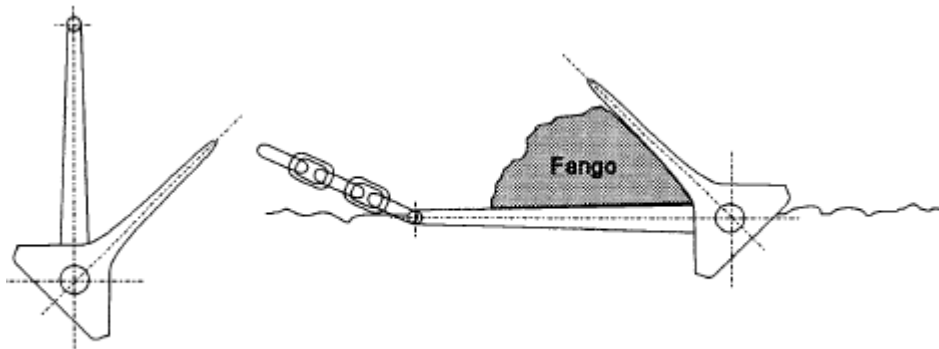


Ilustración 8. Aspecto crítico

Cuando se detecta o se sospecha dicha situación es preferible virar totalmente el ancla, reconocerla y limpiarla, despejándola de la presencia de arcilla y restos del fondo, de tal manera que, una vez en las condiciones idóneas, pueda ser fondeada con mayores garantías de éxito.

En cualquier circunstancia, cuando se levanta el fondeo, al venir el ancla a bordo por encima de la línea de flotación, el reconocimiento primero, y la limpieza posterior utilizando chorros de agua a presión, posibilitarán que, una vez estibada y durante su inmovilidad hasta su nueva utilización, se mantenga libre de apelmazamientos y lista para su uso en cualquier momento. Este mismo cuidado debe tenerse durante la maniobra de levar, para impedir que los eslabones de la cadena lleven depósitos de material del fondo que, una vez en la caja de cadenas, causan una acumulación de lodos que luego será necesario eliminar con baldeos. Por ello, el buque, durante la maniobra de virar, debe disponer en servicio las líneas de baldeo a los escobenes, reduciendo el trabajo de la tripulación y aumentando las buenas condiciones de conservación del equipamiento.

3.1.7 Pérdidas de eficacia teórica de retención y situaciones críticas generadas

Si en el apartado anterior se hacía referencia a la pérdida de eficacia en la retención del ancla al disminuir el juego de la cruz del ancla por depósitos de material, ahora se analizará la pérdida de agarre cuando el ángulo α adquiere un valor distinto de cero.

Fundamentalmente, la base teórica se sustenta en la descomposición de la fuerza T' en otras dos, una en la vertical y otra en la dirección de las uñas, correspondiente ángulo θ de inclinación de la uñas con la caña del ancla.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

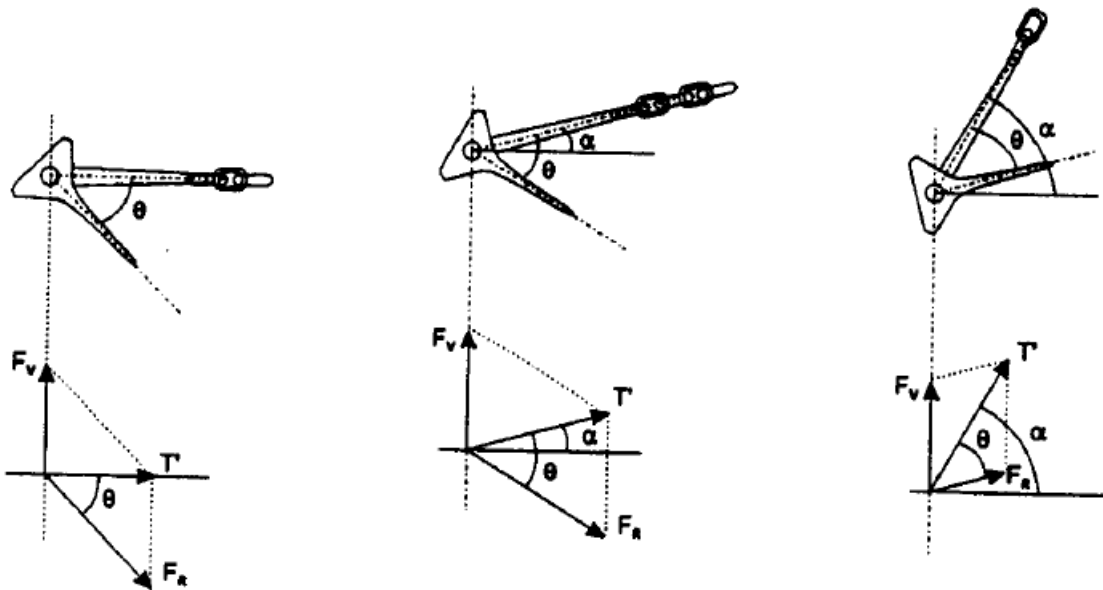


Ilustración 9. Pérdida de retención

Se observa que la capacidad de retención disminuye al aumentar el ángulo que forma la cadena con el fondo (ángulo α). Con ángulos de 5° , la pérdida es del 25%, mientras que alcanzando los 15° , la pérdida de agarre llega al 50%, si bien dichas variaciones también dependen del tipo de ancla considerado, siendo para el modelo de ancla AC-14 la que se indica en la siguiente figura.

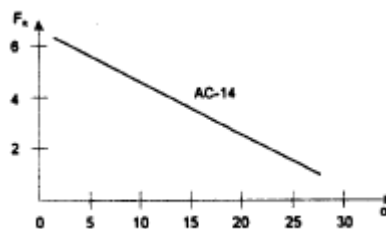


Ilustración 10. Agarre ancla AC-14/ α

3.1.8 Garreo voluntario

El aguante o retención del ancla es de unas 4 veces su peso, admitiéndose las pérdidas porcentuales de eficacia en función del ángulo α vistas anteriormente. Esta situación hace garrear el ancla sobre el fondo cuando las fuerzas externas lo superan, si bien establecen una tensión constante sobre la cadena. Esta retención mueve lentamente el punto de giro hacia Pp., mientras que antes se encontraba en el mismo escobén.

Si esta situación es indeseada para el mantenimiento seguro del fondeo, en otras ocasiones se utiliza tal comportamiento con propósitos bien definidos, como puede ser el mantenimiento de la proa sobre un arco de cuadrante determinado, mientras el buque da atrás con su máquina o se deja llevar por su arrancada en la misma dirección. Para garantizar el garreo del ancla, el largo de cadena a filar será aquel que no permita a las uñas del ancla

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

penetrar en el fondo, consiguiéndose cuando el ángulo α es mayor que el ángulo θ de inclinación de las uñas respecto a la caña del ancla, condición que se logra, normalmente, con largos de cadena de 1,5 veces la distancia del escobén al fondo.

3.1.9 Comportamientos del buque fondeado

El buque con un sólo ancla fondeada, se encuentra en equilibrio dinámico con su inercia y la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre él. En el equilibrio estático, el ancla debe ser capaz de resistir la fuerza ($F=T'$), la amura aguantar el peso de la catenaria y la cadena, bien por su largo o por su peso, mantener la caña del ancla en un ángulo con la horizontal no superior a 8° .

El sistema, en su conjunto, debe ser elástico para absorber los movimientos a que se verá sujeto, sin que se transmitan negativamente al ancla.

El movimiento de un buque al ancla está basado en oscilaciones de 6 grados de libertad, si bien quedan reducidos a 3, al no considerar el balance y agrupar los otros 5 en, movimiento vertical de la proa, movimiento de giro o borneo y el longitudinal de proa a popa y viceversa

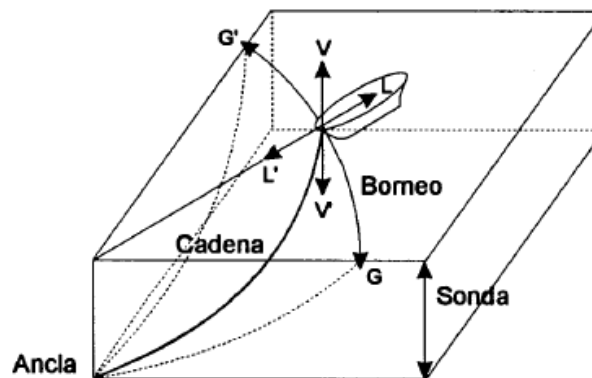


Ilustración 11. Grados de libertad

El movimiento del buque está limitado por:

- con la vertical o arfada, al valor máximo de la altura de las olas, que si bien no afecta la capacidad de agarre del ancla, siempre que el ángulo del arganeo con el fondo (α) no supere los 8° , si afecta a la tensión de la cadena en el escobén.
- con la longitudinal, modificará la longitud de cadena en contacto con el fondo y por tanto el ángulo de la caña del ancla con el plano horizontal, mientras que quedará limitado al equilibrio entre las fuerzas aplicadas sobre el buque procedentes de los agentes externos existentes y la posición del centro de resistencia lateral (CRL).
- con la horizontal o de borneo, la zona de barrido de la eslora del buque fondeado es un volumen desarrollado por la superficie de una corona elíptica de radios correspondientes a la máxima y mínima longitud y el movimiento vertical.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

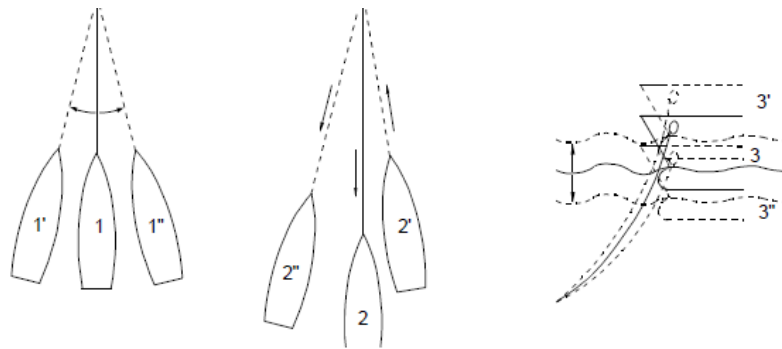


Ilustración 12. Áreas de Borneo

3.1.10 Determinación del área de fondeo

La planificación previa de la maniobra de fondeo y la elección del fondeadero son relativamente sencillas cuando no existen limitaciones ni obstáculos en la zona seleccionada para fondear, ya que se elige la más apropiada en base al rumbo de aproximación y las condiciones meteorológicas existentes. Sin embargo, la determinación del lugar para fondear se complica cuando el fondeadero está ocupado por una elevada densidad de otros buques en la misma condición, circunstancia habitual en fondeaderos pertenecientes a puertos de alta congestión o, incluso, cuando el espacio disponible esté muy cerca de la costa o veriles de sonda escasos.

En estos casos, debe evaluarse con cierta precisión el lugar exacto donde fondear, a efectos de fijar las distancias de seguridad remanentes con los otros buques y los movimientos de borneo aleatorios de todos, incluidos el del buque propio.

Estas circunstancias representan, por una parte, la toma de decisiones que deben adoptarse a medida que el buque se aproxima a la zona que considera aceptable para fondear, y por otra la evaluación correcta cuando se ha fondeado en ella, de forma que pueda enmendarse la posición si las distancias de seguridad fueran insuficientes.

Para ello se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para los casos de proximidad a la costa y/o veriles insuficientes, siempre contando con una eficaz vigilancia de fondeo, el conocimiento de los límites de la costa que representan el riesgo de varada y las características de la máquina del buque para prepararse a evolucionar y obtener la respuesta esperada, la distancia de seguridad será la resultante de aplicar en la que necesariamente deberá conocerse, previamente, el comportamiento del buque a la deriva para las condiciones de tiempo consideradas, determinada por los diagramas de maniobra.

$$d_{\text{min seguridad}} = \text{Velocidad}_{\text{deriva}} * \text{Tiempo}_{\text{respuesta}}$$

- Para zonas de elevada congestión y obstáculos, la distancia de seguridad “**d**” de un buque a otro será determinada por, $d = (k + 1) \cdot E$ es la dimensión de la eslora del buque y **K** es un coeficiente cuyo valor depende de varios factores, entre ellos:
 - la intensidad de la marejada que penetre en la rada o zona de fondeo.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

- la sonda al considerar los efectos multiplicadores de las fuerzas sobre el buque (efecto aguas someras)
- la cantidad de cadena a filar para prevenir el garreo.
- la naturaleza del fondo.
- bondad del tenedero.

Como puede observarse, el valor del coeficiente **k** es de valoración subjetiva que el buque debe tener con antelación a la maniobra pues, de no ser así, pueden crearse situaciones de peligro por abordaje, que más tarde serían difícilmente justificables ante el juez que instruyera el caso.

El fondeadero debe dividirse en triángulos equiláteros o retículas, de lado **D**, cuyas áreas son:

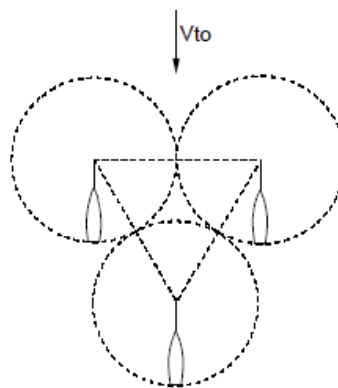


Ilustración 13. Distribución del Fondeadero

La ocupación por cada 3 buques, que tuvieran fondeadas sus anclas en los vértices del triángulo, fuera obtenida por el siguiente procedimiento:

$$S = h\{(n - 1) * D * \frac{\sqrt{3}}{2} + 2[C + (k + 1)E]\}$$

- n: es el número de buques
- h: es la altura de agua disponible
- c: es la longitud de cadena filada
- E: la eslora del buque.

3.1.11 Procedimiento de cálculo analítico para asegurar la situación de fondeado

Si la tensión máxima de la cadena es su carga de trabajo (CT), existirá un ángulo β límite, en la que ambas tensiones se igualarán. A partir de ese momento, si β aumenta, la tensión T

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

disminuirá, en cuyo caso la cadena no faltará por el escobén; sin embargo, el ancla podrá garrear hasta que β alcance un valor β' en que T' tenga un valor igual a la capacidad de agarre. Mientras que, si a partir de β' el ángulo β aumenta, la capacidad de agarre superará la tensión horizontal ejercida y el buque no garreará. Por tanto los valores del ángulo β están estrechamente relacionados con valores máximos y mínimos de la longitud de cadena libre.

Si aumenta la intensidad y efectos de los agentes externos (viento, corriente, olas) sobre el buque, disminuye la flecha de la catenaria hasta formar una nueva, levantando cadena del fondo y aumentando T en el escobén, valor que debe ser siempre inferior al de su carga de trabajo (CT), lo que limita el número máximo de cadena a filar, y por otro lado, si el equilibrio requiere filar más cadena que la empleada, la tensión T' tendrá una componente vertical que representará un riesgo de garreo.

Intencionadamente se incluyen los efectos de las olas sobre el buque, ya que tal influencia representa una acción sobre el buque igual a la suma de las generadas por el viento y corriente conjuntamente.

Despejando l_{max} de la fórmula $T = \frac{P}{2h}(l^2 + h^2)$ y l_{min} de la fórmula $T' = P * a = \frac{P}{2h}(l^2 + h^2)$ ambas situadas en las páginas 15 y 16 se obtendrán los valores límites deseados que mantendrán la posición segura de fondeo, sin que el buque pueda garrear ni romper por el escobén.

Tales fórmulas quedan con la siguiente presentación:

$$l_{max} = \sqrt{\frac{T*2h}{P_u} - h^2} \quad \gamma \quad coth \frac{\beta}{2} = \frac{l_{max}}{h}$$
$$l_{min} = \sqrt{\frac{T'*2h}{P_u} - h^2} \quad \gamma \quad coth \frac{\beta'}{2} = \frac{l_{min}}{h}$$

Este planteamiento de cálculo permite tabular las longitudes máximas y mínimas de cadena y valores del ángulo β para distintas sondas y naturaleza del fondo, todo ello en función de las características de agarre por modelo de ancla y para distintos desplazamientos, si bien para un buque dado, sólo le interesarán los suyos, lo que hace más fácil su confección.

Finalmente, el diagrama de decisión para una situación dada de fondeo quedaría representado por la siguiente imagen:

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

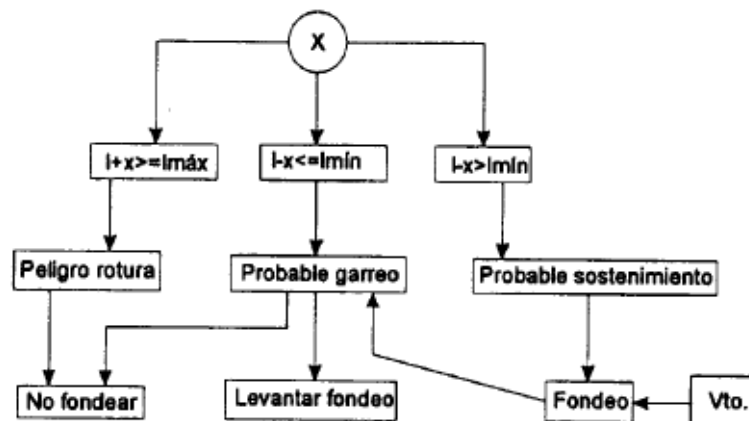


Ilustración 14. Diagrama para la decisión de fondeo

3.1.12 Relación sonda-calado y cadena a filar

En la práctica normal de la maniobra de fondeo realizada durante muchos años, se ha seguido el criterio de utilizar 3 a 4 veces el fondo (sonda) y aumentar a 5 o 6 en caso de temporal, pero, éste criterio práctico puede generar errores graves, se debe realizar una actualización con las importantes innovaciones que han sufrido los buques y la naturaleza de los materiales en uso hoy en día.

Se debe considerar el factor contribuyente que representa el peso de la cadena para el mantenimiento de la posición segura de fondeo, al intervenir en el equilibrio de las fuerzas implicadas. No se puede olvidar que los materiales metalúrgicos estaban constituidos por aceros normales de mayor peso que los actuales de aceros especiales, mucho más ligeros y resistentes; de ahí que se haya perdido gran parte de la eficacia que era proporcionada por el peso unitario de la cadena que, en todo caso, actualmente deberá ser compensado por un mayor largo de cadena filada. Gráficamente puede evaluarse dicha variación analizando la gráfica de la siguiente figura, en la que para una misma sonda se requiere un número superior de grilletes a fondear.

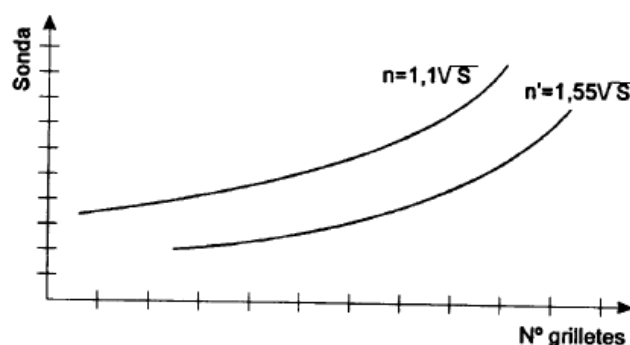


Ilustración 15. Grilletes a fondear

La curva de valor "n" corresponde a cadenas de aceros normales, mientras que la curva "n'" lo es para aceros especiales. Si la retención del ancla depende del tipo y modelo, la cadena sólo lo es en una proporción de 3/4 de su peso, lo que significa una menor capacidad para las nuevas aleaciones, y por ello no siempre el filar más cadena será la maniobra

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

adecuada, al ser el ancla la que finalmente deba proporcionar el efecto esperado, dejando que la cadena por su mayor resistencia estructural actúe como amortiguador del movimiento del buque ante los socollazos y estrechonzos.

La relación sonda/calado va a tener una especial significancia cuando se aborde bajo los criterios de las aguas someras de existir corriente, ya que el factor bloqueo incrementará la fuerza F sobre el buque y, por tanto, las tensiones sobre el ancla y sobre la cadena. Puede adelantarse que en dichas circunstancias, a menor relación sonda/calado, deberá filarse más cadena.

3.1.13 Maniobra para fondear

Definido el plan de fondeo y conocidas las variables que intervendrán durante la maniobra, se debe determinar la realización efectiva de la maniobra en sus distintas fases, desde su inicio hasta dar el listo de máquinas

Fase de aproximación

En esta fase de aproximación, se considerará el control del rumbo, de la velocidad y las distancias de seguridad, tanto a otros buques que ya ocupen la zona del fondeadero, como a los accidentes geográficos, siempre en base a los conocimientos de maniobrabilidad obtenidos por los diagramas de maniobra y la respuesta del buque a las órdenes de máquina y timón.

Rumbo y velocidad de aproximación.

Se accederá al fondeadero a la velocidad mínima de gobierno, tal que pueda controlarse por propulsión y efecto del timón (acceso al punto elegido para dar fondo). Para ello, también se tendrá en cuenta la distancia de parada requerida, ya que el objetivo es llegar al punto designado, parado y prácticamente sin arrancada. De existir arrancada, deberá anularse completamente antes de dar fondo pues, en caso contrario, además de las tensiones propias se sumaría la necesaria para detener la inercia del buque, circunstancia que podría ser imposible de lograr sin poner en peligro el equipo de fondeo en cualquiera de sus partes.

Para el rumbo de aproximación, siempre se deben tener en cuenta los agentes externos por la proa, orientación que reduce los efectos sobre el buque y los hace más fácilmente controlables. De existir más de un agente externo y si fueran de dirección e intensidad distintas, el mejor rumbo de aproximación coincide con el opuesto a la resultante de ambos.

Cuando no se conocen estos parámetros, sirve para la toma de decisiones observar la proa que hacen otros buques que ya se encuentren fondeados, si bien esta apreciación es sólo orientativa, ya que dependerá de las superficies que tengan expuestas cada uno de los buques a cada elemento (obra viva a la corriente, obra muerta y superestructuras al viento), y en todos ellos, la configuración de las proas (cilíndricas, convencionales, de bulbo).

Fase de preparación

Preparación de la maniobra.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Si el tiempo lo permite, es decir, sin que el castillo de proa esté barrido por embarques de mar que pongan en peligro la seguridad de los tripulantes que asistan a la maniobra, y a menos que concurra una situación de emergencia, la preparación del equipo de fondeo se hace con antelación, a fin de llegar al lugar donde se vaya a dar fondo, completamente preparado y listo para hacerlo.

En primer lugar se llama a los tripulantes que deban ejecutar la maniobra con los equipos, fundamentalmente, contra maestre y uno o dos tripulantes de cubierta (mozo o marinero) según las necesidades de operación y manipulación. De noche, estarán equipados con linternas de haz dirigido para alumbrarse en la oscuridad del castillo de proa, a la vez que no perturban la visibilidad y vigilancia a los situados en el puente.

Preparar el fondeo consiste en:

1. Pedir al departamento de máquinas o poner en servicio, la energía (vapor, electricidad, motores hidráulicos) que deba operar los elementos de potencia (molinete, cabrestante, maquinilla).
2. Abrir los paños que contengan los equipos menudos para la maniobra, marca de fondeo y farol todo horizonte, lubricantes para los mecanismos, orinques. Si se utiliza sistema de megafonía, se instalan los equipos y tanto si son fijos como portátiles (walky-talkies) se comprueba su funcionamiento con el puente.
3. Se colocará la campana de proa o destrincará el badajo, se pondrá en funcionamiento el molinete o cabrestante rodando a velocidades crecientes, efectuando las purgas necesarias (vapor) y engrasando los puntos dispuestos a tal fin, se abrirán los estopores y las tapas de las gateras a la caja de cadenas, se comprobará la eficacia del freno sobre los barbotenes, se zafarán las bozas y destrincarán las anclas.
4. A poder ser, cuando el buque se encuentre abrigado y al socaire de los elementos, libre de bandazos, pantocazos y cabezadas, o a la orden dada desde el puente, se preparará el ancla que ha sido seleccionada para la maniobra. Para ello, se engrana el barbotén y se desvira lentamente unos eslabones a fin de comprobar que el ancla se despega de su estiba. Con ello, se ha conseguido verificar todo el funcionamiento del equipo, restando sólo preparar la maniobra según el procedimiento de fondeo elegido.

Fase de dar fondo

Procedimiento para dar fondo

Si bien alguno de los métodos han sido forzados por las especiales características de los buques de gran tamaño, todos pueden ser utilizados en cualquier circunstancia y tipo de buque, ya que están basados en principios de máxima seguridad y eficacia, sin poner en peligro la integridad estructural del equipamiento y de las personas con ellos relacionados. En el mismo momento en que se dé fondo, deben mostrarse la marca de fondeo de día (según Regla 30 y Anexo I, apartado 6 del Reglamento Internacional para prevenir Abordajes en la mar, bola negra de diámetro no inferior a 0,6 m., o de noche las luces blancas todo horizonte en proa y popa, según su eslora).

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

A. Fondeaderos de poca sonda

Se debe desvirar cadena hasta que el ancla queda a la pendura y medio grillete por debajo de la línea de quilla, de tal forma que, en ninguna circunstancia, el movimiento del buque o el arrastre del ancla, ésta impactará contra el casco. Después, hay que dejar la cadena sobre el freno y desengranar, dar fondo aguantando, en lo posible, la velocidad de salida con el freno.

Cuando se ha filado un largo de cadena inferior en uno o dos grilletes al teórico que le corresponda por la sonda, se aguanta sobre freno y se aguarda hasta que el buque haga cabeza sobre el ancla, es decir que, solicitado por los efectos de los agentes externos haya estirado la cadena sobre el fondo y forme una catenaria de trabajo, lo que viene a significar, que la cadena deje de trabajar a pique (vertical) y tienda a llamar de largo (ligeramente). Si mantiene esta forma de trabajar sin que se observen variaciones de tensión que indiquen garreo, puede filarse por tramos el largo de cadena hasta llegar al deseado. Presenta las desventajas de que al filar a gran velocidad el freno no controla suficientemente la salida de la cadena y esta se amontona sobre el ancla, perdiendo eficacia de retención y, en el peor de los casos, si el freno no logra ralentizar la velocidad de salida, la cadena puede filarse por ojo.

B. Fondear en grandes sondas

El dar fondo se efectúa desvirando siempre sobre molinete, por lo que el buque debe permanecer parado respecto al fondo, pues existe una fase, cuando el ancla besa el fondo hasta que dispone de cadena depositada en el fondo, en que cualquier tensión sobre el sistema no tiene posibilidades de absorber las tensiones aplicadas, por lo que el sobreesfuerzo (molinete, escobén) puede ser superior a la carga de rotura (CR) y faltar por el elemento más débil. Se desvira sobre molinete hasta llegar al grillete deseado.

C. Procedimiento para buques pequeños y poca sonda

Este procedimiento, aunque utilizado en épocas pasadas, es poco recomendable ya que consiste en fondear el ancla desde el escobén, presentando los riesgos del procedimiento comentado en A, más la posibilidad de que, en su contacto con el fondo, el ancla encuentre una roca o fondos duros y se produzca rotura que la inutilicen.

Culminación de la maniobra

Una vez fondeado el buque por cualquiera de los anteriores procedimientos, debe mantenerse en observación para comprobar que efectivamente el sistema cumple con su cometido y a plena eficacia. Llegado este momento, se procede a reducir el trabajo sobre el molinete dejando que trabaje sobre el estopor, además de sobre el freno. De existir dudas ante la naturaleza del tenedero o sobre el estado de conservación del equipo, es aconsejable orincar el ancla por un grillete de la cadena.

Alcanzada esta situación, el buque puede dar el listo de máquinas de no existir ningún otro riesgo conocido, dadas las condiciones atmosféricas y del entorno, si bien, la guardia de mar fondeado implica una cierta disponibilidad inmediata de las máquinas si fuera necesaria (paso de buques próximos, cambios bruscos del tiempo, presencia de hielos, etc.)

Fase de mantenimiento de la situación

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

La situación de fondeo, tal como fue definida, es inestable y relativa respecto al entorno, con variables difícilmente controlables y equipos de resistencias limitadas; todo ello contribuye a que se deba efectuar un control regular, frecuente de la situación y distancias, al mismo tiempo que se comprueba la eficacia de retención y el trabajo adecuado del ancla y la cadena, mediante guardias casi permanentes en el castillo de proa.

El procedimiento habitual en tiempos en calma y posiciones abrigadas consiste en obtener buenas situaciones por marcaciones y distancias radar, tomadas a puntos visibles tanto de día como de noche (es aconsejable tomar siempre los mismos puntos de referencia), que permitan detectar variaciones sustanciales de la posición, distintas de los movimientos aceptados por el borneo, que indican garreo.

Si durante las guardias de fondeo se observara un refrescamiento del viento o la presencia de corrientes o mareas anormales, al variar las condiciones previstas en el planteamiento de la maniobra de fondeo, caben dos posibilidades:

- Filar más cadena si fuera posible por su disponibilidad o márgenes de distancia seguras con el entorno.
- Virar y aguantar el tiempo fuera en navegación de capa.

En casos extremos, puede fondearse la otra ancla y quedar sobre las dos siempre que la resultante sea más o menos constante en dirección. En cualquier circunstancia, estas maniobras de emergencia deben ser consideradas previamente y analizadas para su aplicación antes de ejecutarlas, pues siempre entraña un riesgo adicional que se deberá estar seguro de controlar.

3.1.14 Fondeo con más de un ancla

Hay ocasiones en que es necesario fondear más de un ancla a fin de potenciar los efectos de retención para mantener una determinada posición respecto al fondo y al entorno.

El objetivo siempre va encaminado a que los esfuerzos sobre las anclas sean lo menor posibles y no sean superiores a si estuvieran trabajando independientemente una de otra.

En función de las aplicaciones en que se han utilizado, las maniobras en que intervienen más de un ancla se analizan en los apartados siguientes:

FONDEAR LAS DOS POR LA PROA

Sea FC la fuerza resultante y opuesta a la resistencia R, ejercida por el Viento, corriente y marejada, que soporta el buque que fondeó el ancla de estribor en el punto B y el ancla de babor en el punto A, con distintos largos de cadena para cada una de las anclas, por lo que AC es distinto de BC.

En la condición de equilibrio los triángulos DEC y ECG, tenemos que:

$$\frac{T}{\sin \alpha} = \frac{T'}{\sin \beta} = \frac{F}{\sin (\alpha + \beta)} \quad \text{de donde} \quad \frac{T}{T'} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Se emplea cuando debe aguantarse un tiempo entablado en dirección, o bien cuando se atraca de popa entre otros buques en las mismas circunstancias (en batería).

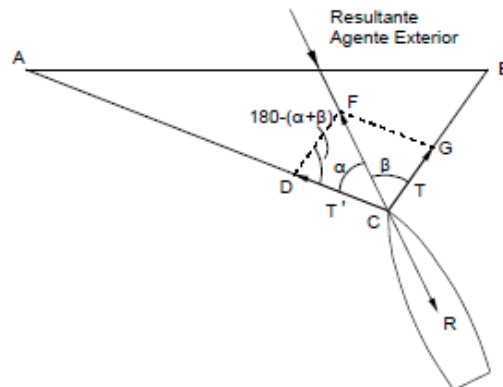


Ilustración 16. Teoría de las dos por la proa

En la condición de equilibrio los triángulos DEC y ECG, tenemos que:

$$\frac{T}{\sin \alpha} = \frac{T'}{\sin \beta} = \frac{F}{\sin (\alpha+\beta)} \quad \text{de donde} \quad \frac{T}{T'} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

Para que las dos anclas trabajasen por igual, los ángulos alfa y beta tienen que ser iguales y EC ser bisectriz del ángulo que forman las dos cadenas ACB. Por tanto:

$$T = T' = F * \frac{\sin \alpha}{\sin 2\alpha} = F * \frac{\sin \alpha}{2 \sin \alpha * \cos \alpha} = \frac{F}{2} * \frac{1}{\cos \alpha}$$

Por lo que se pone en evidencia que las tensiones serán siempre superiores a F/2, salvo cuando el ángulo α sea igual a cero, única condición por la que se conoce como fondeadas las dos por la proa. Como es prácticamente imposible obtener un ángulo cero entre las dos anclas para evitar que puedan encepase y no quedar claras para ser viradas, al mismo tiempo que aumenta el valor de alfa también lo hacen proporcionalmente las tensiones, por lo que alfa deberá ser pequeño basado en la menor separación de las dos anclas, según la posibilidad de maniobra.

A efectos de la ejecución, la distancia de separación entre las dos anclas al ser fondeadas, son aceptadas dos posibilidades de maniobra:

- En puerto un grillete.
- En aguas abiertas y tiempos duros, dos grilletes.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

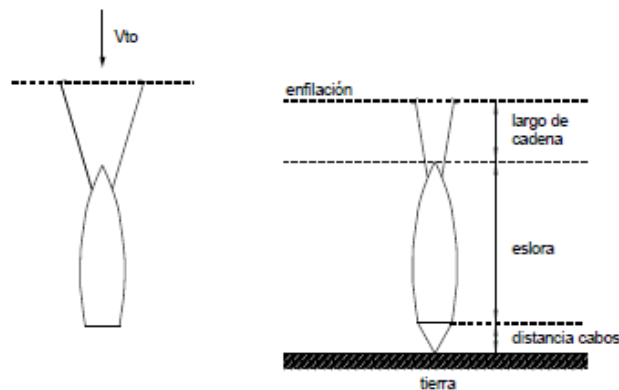


Ilustración 17. Maniobra de las dos por la proa

En la maniobra completa, se tendrá en cuenta un control de la arrancada (mínima de gobierno), control de rumbo (enfiliaciones, otros buques) casi siempre en aguas abiertas a un rumbo perpendicular a la resultante de los agentes externos presentes, fondeando primero el ancla de barlovento o de afuera y recorridos la distancia de separación (25 a 50 metros según el caso) y control de la arrancada atrás, a efectos de la caída de la proa y el control de las distancias a los obstáculos o buques próximos.

Cuando la maniobra es para atracar de popa con las dos fondeadas por la proa, la distancia de separación a la línea de atraque será la compuesta por la suma de: la eslora del buque, el largo de los cabos (casi siempre muy cortos) y el largo de cadena que sea necesario para retener el buque sin que garreen.

FONDEAR A BARBAS DE GATO

Es una variante de las dos por la proa, el ángulo de abertura entre las dos cadenas fondeadas es de 90° a 120° . Tal necesidad viene impuesta para garantizar la retención necesaria para variaciones de tiempo previstas de 45° a 60° a cada banda de la proa seleccionada.

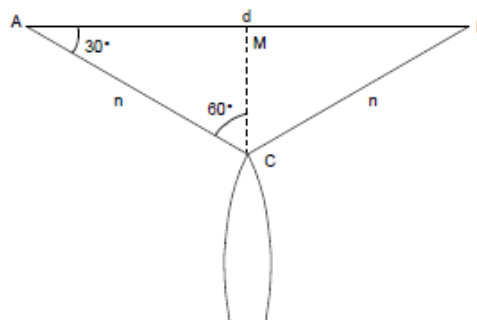


Ilustración 18. Barbas de gato

En el caso de las dos por la proa, las tensiones en cada cadena eran superiores a $F/2$. Para que el buque esté fondeado en buenas condiciones es necesario que cada ancla no aguante más tensión que si estuviera sola. Para ello, $F/2\cos\beta$ deberá ser inferior a F , es decir, $\cos\beta$ debe ser mayor de 0,5. Esta circunstancia sólo se consigue cuando β es menor de 60° y por tanto, ángulo ACB menor de 120° .

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Para que en los posibles borneos del buque las anclas no se encepén, la distancia entre AB será, como mínimo, mayor al número de grilletes fondeados, aunque en teoría se tienen menos, ya que no todos están descansando sobre el fondo.

$$AM = \frac{d}{2} = n * \cos 30^\circ = \frac{n\sqrt{3}}{2} \quad \text{siendo } d = 2AM \quad \text{luego } d = n * \sqrt{3} = 1,75 * n$$

En la práctica, $d = 2n + 1$, es decir, la cadena a filar desde la primera ancla hasta llegar al punto donde debe fondearse debe fondearse la segunda, es el doble de los grilletes a quedar menos uno.

Maniobra de ejecución

La enfilación a seguir para la aproximación AB es perpendicular al viento dominante y la maniobra consiste:

1. El buque debe llegar al primer punto A o B, a velocidad mínima de gobierno si se logra con el propulso del buque, o bien asistido por remontadores, en ambos casos para conversar en lo posible la enfilación AB.
2. Se fondea la correspondiente de fuera, filando sin retener hasta llegar al segundo punto para fondear la otra. Es importante que, al principio, la primera no trabaje para evitar la caída de la proa hacia esa banda.
3. Antes de llegar al segundo punto, teniendo en cuenta la respuesta del timón en crear un movimiento evolutivo en función de la pequeña velocidad a la que se está maniobrando, se pone el timón todo a la banda en la que se fondeó la primera.

Garantizada la arrancada para alcanzar el punto de la segunda, especialmente en grandes buques, la velocidad sobre el fondo será muy pequeña.

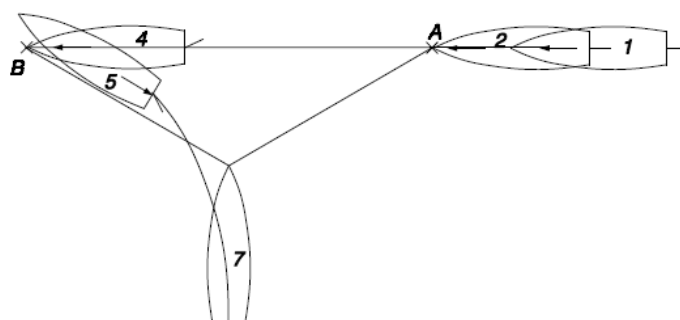


Ilustración 19. Fondear a barbas de gato

4. Llegado al segundo punto, es decir, recorrida la distancia de 2 veces el largo de la cadena final menos un grillete, se fondea el ancla de dentro dejando salir la que pida, al mismo tiempo que se hace firme la de fuera sin que llegue a faltar. En estas circunstancias, la retención del ancla de fuera, el efecto del timón y la

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

arrancada avante que se podrá mantener con paladas de máquina avante, la proa del buque caerá hacia afuera.

5. Lograda una caída sustancial de la proa, sólo en función de la curva de evolución con máquina atrás y las condiciones de viento y corriente existentes, el buque dará máquina atrás con el fin de meter la popa hacia la posición final. La cadena de la segunda ancla fondeada no debe trabajar en ningún momento para permitir que la proa pueda caer hacia la primera y por tanto la popa hacia el centro. Lograda una ligera arrancada atrás, se para la máquina.
6. La proa del buque se controla, a partir de dicha situación, principalmente con las cadenas, aguantando o filando según convenga. Los largos límites de cadena a filar en cada una de ellas serán de una longitud inferior a la que debe quedar el buque una vez fondeado a barbas de gato, a fin de tener margen para controlar los obstáculos existentes por la popa (caso de maniobra a campo de boyas) o simplemente para no pasarnos en exceso. En caso de necesidad por excesiva arrancada atrás o de estar próximos a los largos finales de cadena, se dan paladas de máquina avante para impedir que falten o garreen.
7. Se igualarán los largos de cadena en las dos anclas y el buque, bajo la influencia de los agentes externos presentes, mantendrá una proa resultante aguantado por las dos anclas.
8. Cuando la maniobra de fondear a barbas de gato sea parte de una maniobra de amarre a un campo de boyas, debe existir un control absoluto de distancias, complementado por maniobra de máquinas y timón.

FONDEAR A LA ENTRANTE Y A LA VACIANTE

Esta maniobra años atrás era frecuente, pero actualmente ha perdido una cierta vigencia, al relacionarse con los avances en las instalaciones portuarias, planificación, gestión y optimización de la actividad marítima. No obstante, es adecuada para estuarios y ríos, de dimensiones reducidas, sujetos a las acciones cambiantes y periódicas de las mareas, y en todas aquellas circunstancias en que el borneo normal del buque deba limitarse ante la presencia de obstáculos costeros o de otro tipo, como son durante el borneo, la aproximación al canal del paso angosto o a las vías de circulación de un dispositivo de separación de tráfico.

El objetivo de la maniobra es lograr una posición del buque tal que, sea cual sea la dirección de la corriente, quede retenido eficazmente por una de las anclas.

Los procedimientos para ejecutar la maniobra pueden ser de distinta índole, siendo los más aceptados, los que se exponen a continuación:

- Procedimientos comunes:
 1. Determinar el número de grilletes necesarios para mantener la posición con una sola de las anclas. Además del cálculo de la fuerza F en función de la intensidad de la corriente y los posibles de viento, se considerará la sonda disponible.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

2. Se determinarán la velocidad y el control de la arrancada en función de la intensidad de la corriente y su dirección (recibida de proa a popa), y las distancias de seguridad laterales mediante el rumbo de aproximación en base a las limitaciones existentes y a las derivas previsibles.
3. Los largos de cadena fondeados se igualarán al finalizar la maniobra, en el número de grilletes determinados en el párrafo 1 de este procedimiento. Sin embargo, para la maniobra, el número de grilletes a fondear en la primera ancla, sea cual sea el procedimiento utilizado, será de dos veces el número de grilletes a quedar, para que al finalizar quede cada una con el número de grilletes correcto.

PRIMER MÉTODO → CORRIENTE RECIBIDA POR LA PROA

1. Con el control del rumbo y de la arrancada, en este caso mínima de gobierno correspondiente a la conocida, incrementada con la intensidad de la corriente, se aproxima al punto donde fondear el ancla más a barlocorriente.
2. Como en todo caso de fondear, se debe parar máquina y sólo dar las paladas adelante para mantener la proa deseada y llegar casi parado al punto deseado.
3. Llegados al primer punto hay que fondear una de las anclas, aunque es más adecuado hacerlo con la de la banda contraria a la margen más próxima o preocupante.

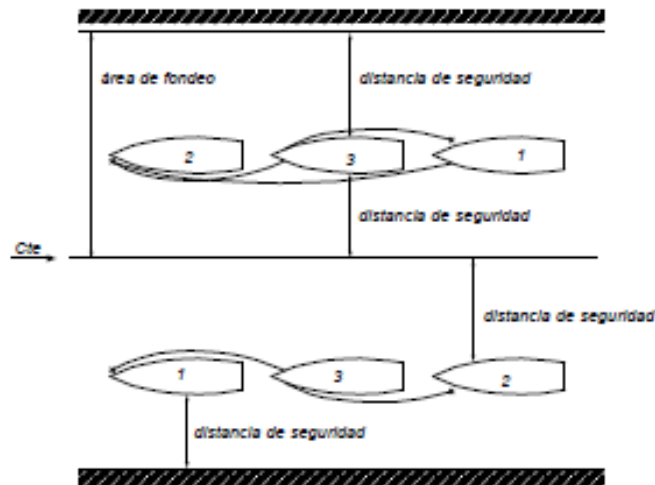


Ilustración 20. Método 1

4. Después hay que dejarse llevar por la corriente hacia popa, filando de la cadena según vaya pidiendo, de forma que no pierda la proa y se atravesase. Debe filarse hasta llegar al punto donde fondear la segunda. Para no alcanzar una excesiva arrancada atrás, dar paladas de máquina adelante que no llegen a anular la acción de la corriente.
5. Por último, se debe dar fondo la segunda, dar adelante superior a la intensidad de la corriente para ganar barlocorriente, engranar y virar de la primera cadena, lascando de la segunda hasta igualar las dos.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Este método permite un segundo procedimiento, consistente en fondear la segunda (ahora primera) cuando, en la aproximación hacia la primera (ahora segunda), se pasa por el punto a sotacorriente. Se fila de la cadena de sotacorriente hasta que la proa alcanza el punto de fondeo a barlocorriente. Se vira de la primera y se fila de la segunda hasta igualar las dos. La única condición de maniobra es que la de sotacorriente no debe trabajar en ningún momento hasta fondear la de barlocorriente, pues en caso contrario crearía un par de giro que llevaría al buque sobre una de las márgenes

SEGUNDO MÉTODO → CORRIENTE RECIBIDA POR LA POPA

Toda maniobra en que se reciban los agentes externos por la popa es de más difícil realización y de mayor riesgo; por ello deberán extremarse las atenciones consideradas en el párrafo de los aspectos comunes.

1. Se deberá fondear primero la de barlocorriente, llegando a una velocidad mínima, no superior a la impuesta por la corriente. El largo será el suficiente para hacer cabeza sobre el ancla sin que garree o falte.
2. El sentido del reviro deberá forzarse de forma que el buque lo haga a la misma banda en que se fondeó la primera ancla. En caso contrario se crearían tensiones adicionales al trabajar la cadena por debajo del codaste o la quilla, con peligro de rotura.
3. Una vez revirado y proa a la corriente, se pasa a una situación semejante al primer método y la maniobra se puede ejecutar conforme a las indicaciones allí expuestas.

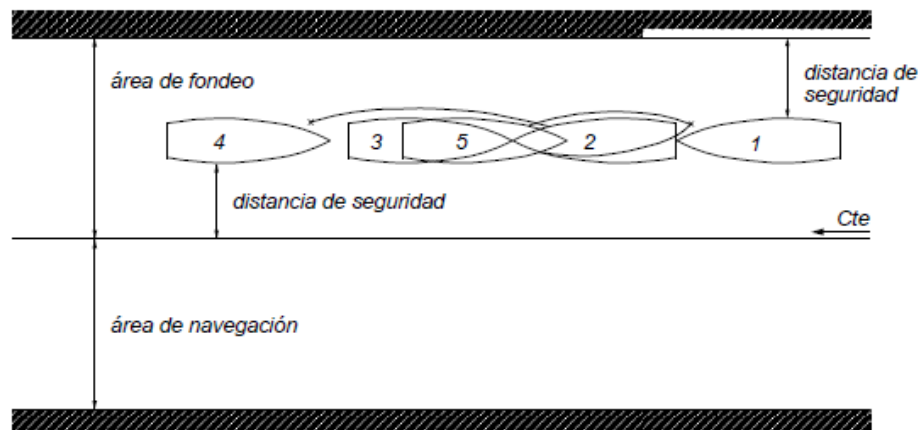


Ilustración 21. Método 2

En cualquier caso, si durante la maniobra el buque tendiera a atravesarse a la corriente, se dejaría de filar, se aguantaría o sólo se dejaría ir eslabón a eslabón, de forma que el buque hiciera cabeza y llamara por la proa, pasando a la situación controlada.

3.1.15 Riesgo al fondear dos anclas

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Los riesgos vienen dados por las condiciones en que se producen los borneos sucesivos cuando el buque no está amarrada por la popa. En tales circunstancias, el buque puede borrar a la buena o a la mala, es decir, si en el primer cambio de dirección de su proa lo hace a una banda, con las perturbaciones posteriores sería necesario que lo hiciera a la banda contraria, a fin de enderezar el primer movimiento.

Cuando lo deseable no se cumple, las cadenas de las anclas fondeadas adquieren una configuración que no sólo complica o imposibilita virarlas para salir de la situación de fondeado, sino que, por dicha posición entre ellas, disminuyen en mucho la eficacia en los cometidos asignados.

En esas condiciones, las cadenas pueden tener:

- Cruz, cuando después de un giro de 180° las dos anclas están trabajando con las cadenas llamando por la banda contraria.
- Vuelta, cuando el buque después de un giro de 360° , las dos trabajan y por su banda.
- Zancadilla, cuando sólo una de ellas trabaja, estando la otra por encima de la primera. Ocurre cuando el buque ha tenido un giro de 360° .

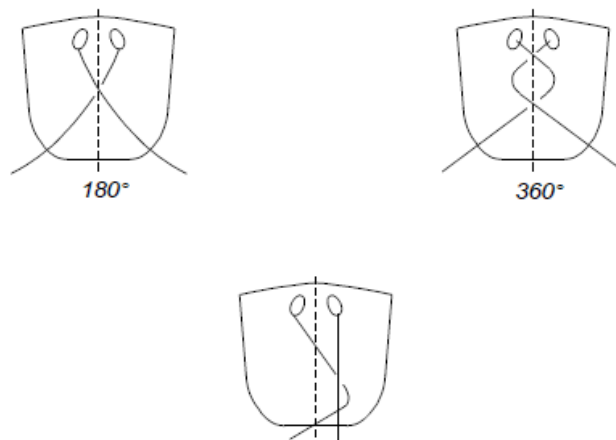


Ilustración 22. Trabajo crítico de las anclas

Los procedimientos para salir de dichas situaciones siempre son complejos, de larga duración y con riesgo de accidente en los tripulantes que intervengan. Con el aumento de tamaño de los buques y por consiguiente el escantillonado del equipo, especialmente de las cadenas, la manipulación es insegura por cuanto la maniobra consiste en desengrillar una de ellas y pasarla en un camino inverso al que se encuentra hasta aclararla respecto a la otra, más tarde volver a engrillarla y dejarlas trabajando normalmente para proceder en su caso a virarlas. Por todo ello, contando la mayor disponibilidad de remolcadores en puerto, es preferible su empleo para invertir el sentido del borneo hasta aclarar las cadenas, pero para ello deberá conocerse previamente cuál ha sido éste.

Observando las cadenas una respecto de la otra, cuando trabajan en cruz, la que queda por debajo es la que indica el sentido de giro que debe darse, es decir, si la de estribor llama

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

por babor y está por debajo, debe hacer el reviro en el mismo sentido que el movimiento de las agujas del reloj, mientras que de ser la de babor la que está por debajo, se le dará al buque el giro contrario.

Trabajando en vuelta y zancadilla, la que finalmente queda por encima de la otra antes de meterse en el agua es la del sentido de giro.

3.1.16 Uso del fondeo del ancla de popa

Fueron usadas tiempo atrás para prevenir la varada debido al viento y/o corriente anclándolas fuera de la playa. Hoy son usadas por buques de muy determinadas líneas que operan en costa difíciles y abiertas, en apoyo de las de proa para mantener una posición estable y realizar las operaciones de carga/descarga.

El uso del ancla de popa requiere buen conocimiento del buque, en especial sus limitaciones de arrancada atrás que pudieran dañar seriamente timón y palas de la hélice, y de la costa, además de una enorme confianza en la maniobra a efectuar, que deberá ser bien conocida por todos los oficiales.

La maniobra de fondear con el ancla de popa tiene por objetivo inmovilizar el buque mediante una "Y", es decir, las dos por la proa y la de popa; para ello, la maniobra se ejecutará:

1. Aproximación a la mínima de gobierno.
2. El amarre se hará, si lo permite el espacio disponible, con la roda a barlovento, aproximándose desde la mar a babor del pretendido amarre.
3. Hay que fondear las dos a barbas de gato y dar atrás lo suficiente, filando las cadenas hasta dar fondo la de popa, o bien con tres enfilaciones, seguirlas con máquina avante, dar fondo, atrás hasta el punto de partida, virando luego hasta quedar en la situación de cruce de las tres marcaciones.
4. A la salida de este amarre, la maniobra a efectuar es inversa a la de llegada.

Es, por tanto, una maniobra difícil, complicada y de riesgo para los equipos de gobierno y propulsor, más frecuente para buques pequeños, que en muchas ocasiones (tipo barcaza con rampa de proa) usan el ancla de popa para mantener una posición perpendicular a la línea de costa sobre la que soporta su proa para las operaciones de carga.

En situaciones de emergencia en buques varados, el ancla de popa actúa como refuerzo a la potencia atrás para salir de la varada.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

3.2 Amarre

El principal requerimiento y la primera preocupación en el plan de amarre a bordo de un buque es el establecer la forma de amarrar en muelles y duques de alba.

El buque atracado puede estar expuesto a fuertes vientos o corrientes de cualquier dirección y debido a esto, la principal finalidad consiste en que el barco permanezca fijo en el atraque.

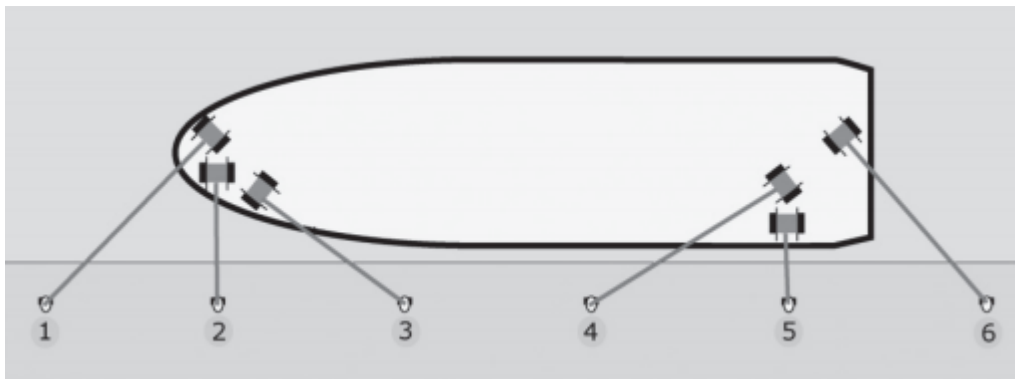


Ilustración 23. (1. Largo de proa; 2. Través de proa; 3. Spring de proa; 4. Spring de popa; 5. Través de popa; 6. Largo de popa)

- Las líneas de amarre deben estar dispuestas, tan simétricamente como sea posible, cerca de la zona central del buque (Una disposición simétrica es más probable que asegure una buena distribución de carga, que una asimétrica).
- Las líneas de través deben estar orientadas tan perpendicularmente como sea posible a la línea central longitudinal del buque, y lo más a proa y popa posible.
- Las líneas spring deben estar orientadas tan paralelamente como sea posible al eje longitudinal central del buque.
- El ángulo vertical de las líneas de amarre debe mantenerse al mínimo (no debe exceder los 30°).
- Deben usarse generalmente líneas de amarre del mismo tamaño y material para todas las cargas. Si esto no es posible, todas las líneas del mismo servicio (por ejemplo traveses, springs, etc.) deben ser del mismo tamaño y tipo. A modo de ejemplo, todos los springs podrían ser de cable y los traveses de fibra sintética.
- Todas las recomendaciones anteriores deben cumplirse desde el principio de la maniobra de atraque. Las modificaciones posteriores serán molestas y harán que se alarguen las maniobras. La experiencia dicta que pocas veces se modifica un amarre una vez terminado, aunque no esté bien realizado.
- Deberán evitarse en todo momento las amarras sueltas (“en banda”), absolutamente ineficaces e incluso peligrosas. Aunque permiten una mayor amplitud de movimiento de la prevista, sus mayores cargas dinámicas (tirones, aplastamiento de defensas, etc.)

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

pueden provocar roturas o deterioro del material. Además, al romperse la simetría del sistema, las fuerzas se reparten de manera irregular, lo que acelera el proceso de “movimiento-tirones-rebotemovimiento”.

- Una vez terminada la maniobra de atraque, se deberán revisar las amarras, tensando las que hayan quedado sueltas, de forma sistemática y simétrica, y dejando el buque en contacto con las defensas. Esta inspección y corrección se llevara a cabo de forma periódica, teniendo en cuenta los cambios en la situación del amarre (marea, carga, viento, oleaje, etc.).
- Se revisarán con especial atención las amarras cortas y cables de amarre, pues su menor capacidad de elongación los hace propensos a la rotura en el caso de estrechonzos (tirones).
- Las líneas de amarre en el mismo servicio deben tener aproximadamente la misma longitud entre el chigre (la maquinilla del buque) y los puntos de amarre portuarios.

En el amarre de un buque, en el propio buque, debe cumplirse una serie de condiciones de seguridad como:

- Los puestos de amarre deben ser mantenidos libres de suciedades, desechos y despojos.
- Las posibles fugas de aceite hidráulico tienen que ser rectificadas y limpiadas.
- Las cubiertas conviene que estén pintadas con un tratamiento antideslizante.
- Por la noche, los puestos de amarre deben estar adecuadamente iluminados para permitir las operaciones con seguridad.
- Se debe asegurar que hay suficiente personal listo para asistir en las operaciones de amarre tanto en proa como en popa, con un oficial presente.
- Las comunicaciones por radio deben ser comprobadas con el puente antes de comenzar las operaciones y todas las comunicaciones tienen que identificar al buque para garantizar que no existe confusión con otros buques que operan con el mismo canal de radiofrecuencia.

El objetivo fundamental en el atraque y amarre es proporcionar a los buques unas condiciones adecuadas y seguras para su permanencia en puerto y/o para que puedan desarrollarse las operaciones portuarias necesarias para las actividades de carga, estiba, desestiba, descarga y transbordo así como embarque y desembarque de pasajeros, vehículos y mercancías que permitan su transferencia entre buques o entre éstos y tierra u otros medios de transporte.

Las obras de atraque y amarre pueden clasificarse en:

- Muelles.
- Pantalanes.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

- Duques de alba.
- Boyas, campos de boyas y monoboyas.
- Soluciones mixtas.
- Estaciones de transferencia a flote.

Los **muelles** son una construcción de piedra, ladrillo o madera realizada en el agua (mar, en lago o en un río) afianzada en el lecho acuático por medio de bases que lo sostienen firmemente, y que permite a barcos y embarcaciones atracar a efectos de realizar las tareas de carga y descarga de pasajeros o mercancías. En los puertos marítimos y fluviales acostumbran a existir varios muelles, a fin de dar cabida a un número determinado de barcos. En los puertos grandes, los muelles están generalmente especializados en un tipo de actividad, ya sea el transporte de pasajeros, la carga y descarga de vehículos, de contenedores y otras muchas.



Ilustración 24. Muelle

Los **pantalanes** se definen como estructuras de atraque y amarre, fijas o flotantes, que pueden conformar líneas de atraque tanto continuas como discontinuas, se puede atracar a uno o a ambos lados. El principal elemento diferencial respecto de los muelles es que no disponen de rellenos adosados y, por tanto, no dan lugar a la creación de explanadas. Pueden estar conectados o no a tierra. En el primer caso la conexión suele realizarse bien por prolongación de la misma estructura o mediante pasarelas o puentes.

En general, los pantalanes que conforman líneas de atraque discontinuas suelen responder a soluciones mixtas, al estar constituidos o complementarse con varios duques de alba de atraque y/o de amarre, plataformas auxiliares generalmente no atracables y boyas de amarre.

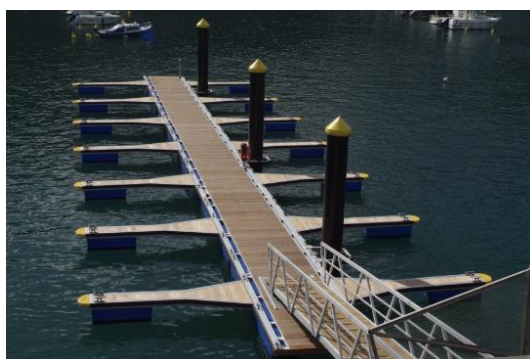


Ilustración 25. Pantalán

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Los **duques de alba** son estructuras exentas y separadas de la costa que se utilizan como puntos de atraque, de amarre, de ayuda a las maniobras de atraque, así como de varias de estas tres funciones simultáneamente. Se pueden disponer aislados o formando parte de pantalanés discontinuos de solución mixta, bien delante o complementando a plataformas auxiliares no atracables, bien formando una única línea de atraque y amarre.



Ilustración 26. Duque de Alba

Las **boyas** son estructuras de amarre flotantes, cuya posibilidad de movimientos se encuentra limitada por una cadena amarrada a un ancla, a un muerto o a ambas cosas, los cuales suponen un punto fijo en el fondo. Una boya de amarre se denomina monoboya cuando adicionalmente permite la carga y descarga de graneles al estar conectada a tierra a través de una conducción submarina. En este caso la boya suele estar amarrada mediante varias cadenas con objeto de limitar al máximo sus movimientos horizontales.



Ilustración 27. Monoboya

Se denominan **campos de boyas** las disposiciones que posibilitan el amarre de un buque simultáneamente a varias boyas con el objeto de limitar los movimientos del buque amarrado.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.



Ilustración 28. Campo de boyas

Las **estaciones de transferencia** consisten en un buque silo dotado de medios de descarga que permite el atraque a ambos costados del mismo tanto de buques feeder o barcazas como de buques oceánicos. Este tipo de instalación supone una alternativa barata a instalaciones de transbordo en tierra, ya que puede funcionar en zonas poco abrigadas.



Ilustración 29. Estación de Transferencia

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

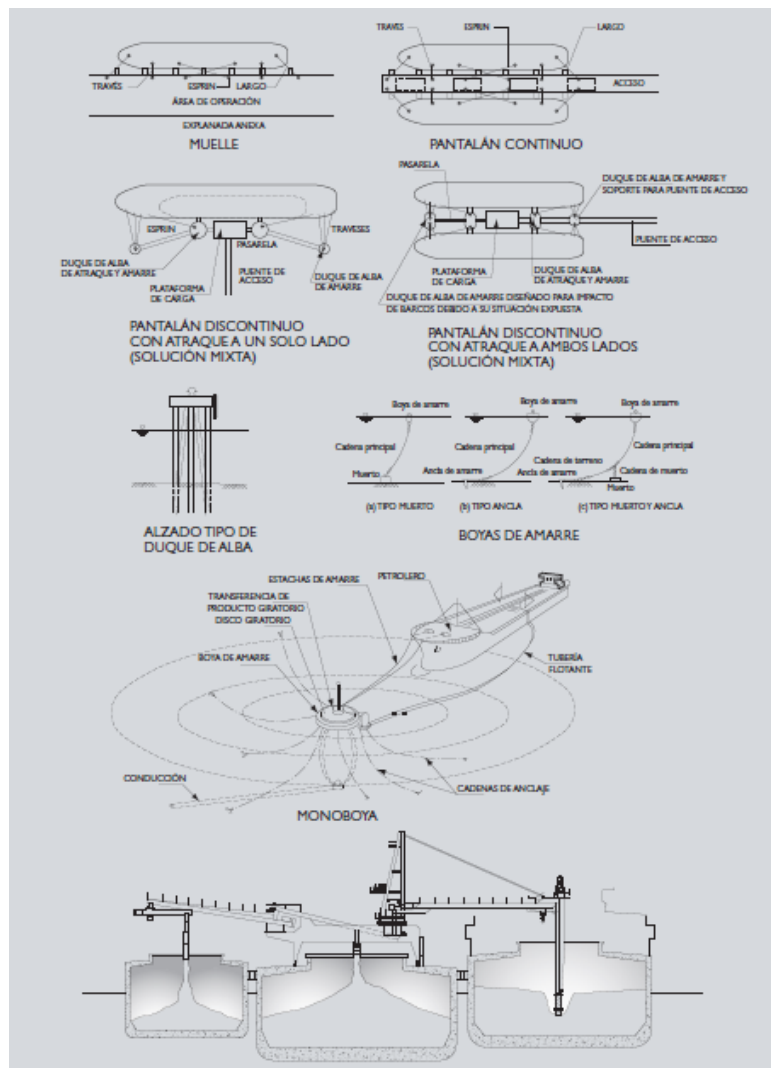


Ilustración 30. Conjunto obras de Atraque y Amarre

3.2.1 Funciones de las amarras

La función básica de las amarras es la de mantener sujeto al buque en la posición asignada, con el mínimo de libertad en su movimiento, de tal manera que pueda asegurar su posición estática respecto a puntos fijos de tierra o del fondo.

Sin embargo, las amarras tienen funciones complementarias en cualquier circunstancia en que el buque deba adquirir una relación de contacto externo con otro buque o tierra.

En el primer caso, las amarras son utilizadas como elementos de unión en operaciones de remolque, como vínculo externo que relaciona ambos buques.

En el segundo caso, las amarras establecen el primer contacto con tierra cuando el buque se encuentra a una razonable distancia de ella y, a partir de entonces, el trabajo de

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

las amarras, junto con otras asistencias (remolcadores, hélices de maniobra) llevarán al buque hasta dejarlo en su posición previa o definitiva.

Para cada uso, existirá una amarra que se ajuste mejor a las necesidades de trabajo para la que será solicitada, lo cual determina la elección previa.

3.2.2 Características de las amarras

Las características de las amarras se corresponden a la naturaleza de su procedencia y constitución, pueden agruparse en tres grandes bloques: fibras naturales, sintéticas y metálicas.

a) Fibras naturales.

Si bien cada día es menor su disponibilidad, todavía son utilizadas en ciertas aplicaciones, aprovechando las ventajas que proporciona.

Ventajas: coste bajo inicial; son bien conocidas por los marinos, aportan un comportamiento noble si no se ven sometidas a cargas de trabajo alternativas y de corta duración, flotan cuando están secas, moderada resistencia a la abrasión, escaso alargamiento cuando están sometidas a cargas de trabajo, ruido característico antes de faltar, no funden con el calor.

Desventajas: muy vulnerables a las acciones del sol, calor, productos químicos, absorben agua, aumenta su peso y se incrementa la dificultad en la manipulación, tienen una vida corta y elevado coste de mantenimiento, a igualdad de resistencia con otras fibras requieren mayor número de personas para su manipulación segura.

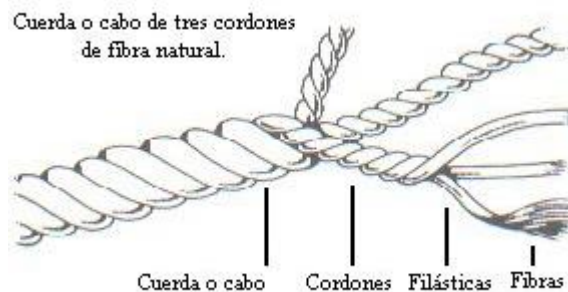


Ilustración 31. Fibras naturales

b) Fibras sintéticas

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Ocupan un primerísimo lugar en el grado de utilización, aunque depende de la fibra considerada, entre ellas el nylon, terileno, polipropileno.

Ventajas: alta resistencia a los agentes químicos, buena resistencia a la abrasión, no se ven afectadas por la influencia del calor, tienen una larga vida. El nylon y el polipropileno flotan, en especial este último, funden a razonables temperaturas como el nylon y el terileno. El polipropileno tiene un coste más bajo que los otros dos.

Desventajas: tienen un coste inicial alto, elevados alargamientos (salvo el terileno).



Ilustración 32. Fibra sintética

c) Fibras metálicas.

Los cables son utilizados para determinadas configuraciones (esprines), y especialmente en los equipos de trabajo a tensión constante.

Ventajas: bajo coste, larga vida, casi nulo alargamiento, excelente resistencia a la abrasión, no absorben agua, resistentes a los productos químicos.

Desventajas: no flota, poca resistencia a los estrechonzos, requieren elevado mantenimiento (en especial a la corrosión), precisan un número elevado de personas para su manejo.



Ilustración 33. Amarre cabo de acero

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Para iguales cargas de rotura, las amarras de fibra sintética poseen diámetros inferiores que la de fibra natural. Si se precisa de una resistencia a la rotura (CR) de 86 tons los diámetros comparativos según, la constitución de la fibra, son:

Características comparadas.

MATERIAL DE LA AMARRA	DIÁMETRO (mm)	MENA (PULG.)
NYLON	72	9
POLIESTER	80	10
POLIPROPILENO	88	11
MANILA SUPERIOR	112	14
CABLE DE ACERO	36	4,5

Las amarras de fibra sintética bajo el mismo esfuerzo de tracción se alargan unas dos veces más que las de fibra natural. No dan indicio de rotura hasta que están a punto de hacerlo.

En general, las amarras de fibra sintética están más indicadas para buques pequeños y de mediano tonelaje, o para buques que no precisen mantener una posición muy estricta y limitada en el atraque (no para buques tanque conectados a brazos de carga con limitada variación de la orientación horizontal).

Respecto a los cables, el límite de elasticidad es el punto a partir de la cual la relación alargamiento/esfuerzo deja de ser proporcional, por encima del mismo, el cable queda permanentemente deformado; mientras el alargamiento en los cables llega al 1,5%, en amarras de nylon puede alcanzar el 30%. Los cables con alma de fibra son más fáciles de manipular y trabajar sobre bitas, cabirones, etc., mientras que los cables con alma de acero son más indicados para chigres con tambor de depósito, resistiendo mejor el efecto de aplastamiento.

Las amarras mixtas (sintética + cable) no son recomendadas, si bien cuando se utilicen, la longitud del largo de sintético será de 11 m y una carga de rotura superior en un 25% al del cable al cual se relaciona.

La fatiga de estrepada (tirón) o trabajo absorbido se calcula por:

$$Q = \frac{C_e^2 * l * s}{2 * E_a}$$

- Ce: es la carga límite elástica.
- L: la longitud considerada.
- S: la mena de la estacha en mm.
- Ea: el módulo de elasticidad.

Con ella, se puede observar que aumentando la longitud del cable, también aumenta el trabajo absorbido, y por tanto la eficacia de la amarra.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

3.2.3 Eficacia de las amarras

Se tenderá a disponer el menor número posible de líneas, siempre y cuando sean eficaces. Con ello se consigue simplificar la maniobra de amarre y el tensionado, con las ventajas consiguientes en cuanto a tiempo y personal. Además, se descongestionan los bolardos, reduciendo su carga y facilitando las operaciones con ellos.

En las líneas de amarre se tiende a buscar la máxima horizontalidad posible, para aumentar su eficacia limitando movimiento de vaivén, deriva y guiñada. El ángulo máximo con la horizontal será de 25° a 30° , es decir, una pendiente de 1:2. La reducción del ángulo vertical puede lograrse de forma sencilla utilizando líneas más largas, amarradas a bolardos lejanos, o disponiendo bolardos altos.

Las líneas saldrán del buque lo más a proa a popa posible, para aumentar su longitud y eficacia transversal.

Las líneas se mantendrán tensas en todo momento, a ser posible mediante el uso de winche automáticos, siendo revisadas con frecuencia. Se observan habitualmente, en el conjunto de los buques atracados, un 35% o 45% de amarras sueltas y por tanto ineficaces.

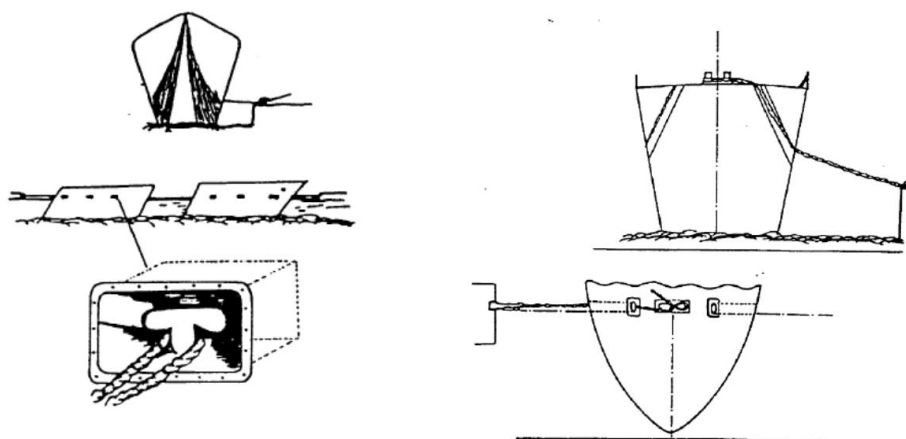


Ilustración 34. Bolardo lateral

3.2.4 Fuerzas que deben soportar las amarras

Las amarras deberán soportar el movimiento del buque, desde el primer momento que se dan a tierra para llevar el buque al atraque, crear el movimiento necesario para moverlo en el atraque hasta posicionarlo en el segmento asignado y, posteriormente, mientras dure su estancia en el atraque, los que sean motivadas por los agentes externos al actuar sobre el buque, principalmente a causa del viento, corriente, oleaje, interacciones por el paso próximo de otros buques, mareas, cambios bruscos de calado y hielos a la deriva.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

No obstante, las fuerzas generadas sobre los buques variarán sustancialmente de uno a otro buque en función, no sólo de los parámetros influyentes que se verán posteriormente por naturaleza de las superestructuras y calado, sino también por la configuración de la proa, ya que según la misma alteran el flujo del viento con generación de fuerzas de succión que se desarrollan alrededor de las proas de tipo cilíndrico y ángulos de incidencia del viento, comprendidos entre los 40 y 100°, no significativas en los buques con proa de configuración convencional.

Por otro lado, el resultante de la retención que ejerce una amarra no vendrá solamente dado por la carga de rotura (CR) que puede soportar, sino por la resultante que proporcione la orientación de la misma respecto a los puntos de firme en tierra y de salida del buque, correspondiendo a la diagonal del paralelepípedo que la contiene, con notables pérdidas de eficacia respecto a la teórica amarra pura que alcanzaría la mencionada CR propia por constitución del amarre.

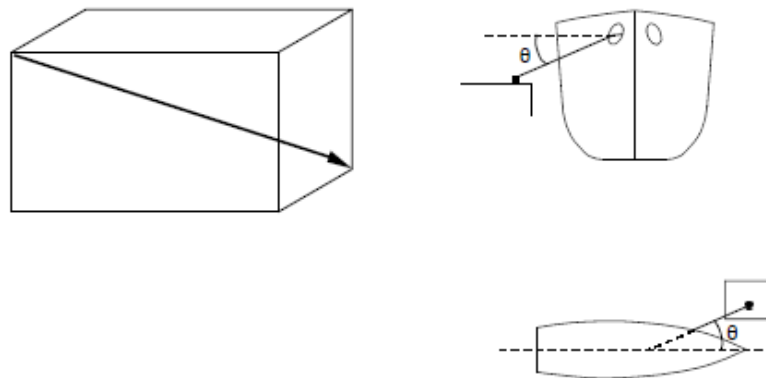


Ilustración 35. Retención resultante de cada amarra

La eficacia de las amarras, según lo dicho anteriormente, depende de los ángulos vertical y horizontal en los que se descomponga la acometida de la amarra.

En el plano vertical se obtendrá:

$$S_v = S * \sin \theta \quad S_h = S * \cos \theta$$

Mientras que en el plano horizontal:

$$R_l = S * \cos \theta \cos \theta \quad R_t = S * \cos \theta \sin \theta$$

En las que el valor "S" corresponde a la carga de rotura (CR) de la amarra.

- Se mejora la eficacia de la retención, bajando el punto de amarra a bordo para hacer más pequeño el ángulo vertical.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

- También, alejando el punto de amarre en tierra, hasta lograr valores del ángulo inferiores a 25° , si a 30 m. se requieren 8 estachas, a 60 m sólo precisan 2 estachas.
- Aumentando la longitud del cabo, siguiendo el principio de que al aumentar al doble su longitud, se divide por 2 la resistencia que debe de soportar.
- Los esprines deben tener una dirección de acometida, lo más paralelo posible al eje longitudinal para que el ángulo de abertura sea muy pequeño, aportando el máximo de eficacia.

Uno de los principales peligros en las operaciones de amarre es que los cabos pueden romperse y en la práctica se rompen.

En los cabos de fibra sintética puede observarse muy poca o ninguna indicación sonora antes de ocurrir la rotura. Debido a la elasticidad inherente en los cabos sintéticos cuando se rompen pueden desplazarse una distancia considerable al retroceder con el latigazo de tensión.

Los cabos de acero pueden dar algún aviso sonoro de que están rompiéndose porque los cables y hebras se rompen individualmente y se separan, pero debido a la falta de elasticidad no se desplazan tanto como un cabo sintético una vez separados. De todos modos, los cabos de acero pueden todavía causar lesiones graves o fatales.

El personal tiene siempre que asegurarse que están colocados en un lugar de seguridad fuera de la trayectoria por donde un cabo pudiera retroceder al romperse y retroceder bajo tensión. El personal nunca debe colocarse de pie dentro del seno de un cabo en ningún momento y toda la tripulación en ese servicio debe estar pendiente el uno del otro alertando a sus colegas si ven que pueden encontrarse en una posición peligrosa.

Cuando se observe que un cabo tiene tensión excesiva, en la mayor medida posible se deben tomar medidas apropiadas para reducir la tensión.

Los tambores de las maquinillas o los extremos de los tambores no deben nunca ser dejados en marcha y girando con la palanca de control no atendida. Una persona con experiencia debe estar siempre lista en los controles para manipular la maquinilla; la palanca de control no debe nunca ser atada y abandonada.

Es necesario asegurarse que la tensión de afloje y giro lento de una maquinilla o su freno está por debajo de la carga mínima de rotura (MBL) del cabo en el tambor. Típicamente el freno debe aflojarse a 60% de la MBL del cabo en el tambor.

Se tiene que asegurar que los cabos son bobinados en los tambores de tal manera que el cabo está ejerciendo un tiro contra el extremo fijo del conjunto de banda del freno y sin cambios bruscos de dirección. En los tambores dotados de frenos de disco, el cabo puede ser bobinado en el tambor en cualquiera de las dos direcciones.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Los cabos de acero y fibra sintética necesitan estar separados y no se debe permitir su cruce o ser dirigidos a través de la misma sondaleza.

Todos los cabos, en la mayor medida posible, deben ser dirigidos al noray en tierra de tal manera que se mantenga un ángulo mínimo entre el cabo y el plano horizontal. En la medida práctica posible, las amarras de costado tienen que ser pasadas desde lo más lejos posible en proa y popa y a ángulos rectos de la línea de proa y popa del buque. En la medida práctica posible, los esprines tienen que ser pasados en paralelo con la línea de proa y popa del buque.

3.2.5 Influencia de la longitud

Las amarras largas tienen una mayor capacidad de elongación, es decir, una mayor capacidad de absorción de energía por deformación. Como resultado, permiten unos mayores recorridos al buque, pero se comportan muy bien frente a cargas dinámicas. Por el contrario, las amarras cortas estiran menos, se cargan más y pueden romper bajo solicitaciones súbitas debidas a los movimientos del buque.

Se procurará que las longitudes sean iguales en todas las líneas, con un mínimo de 35 a 50 metros según el tamaño del buque.

Las líneas del mismo servicio serán de la misma longitud. De esta forma, se cargarán con igual intensidad. Al considerar la longitud de una amarra se tendrá en cuenta tanto el tramo exterior al buque como la longitud de amarra a bordo (de la gatera al chigre o bita) pues ambos fragmentos colaboran en su estiramiento a la absorción de energía.

Las amarras largas admiten una mayor deformación bajo la misma carga, por lo que la tensión que soportan es siempre menos, para la misma sollicitación, que la de las amarras cortas.

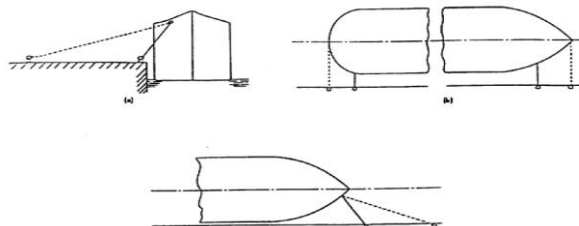


Ilustración 36. Formas de aumentar la longitud de las amarras

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

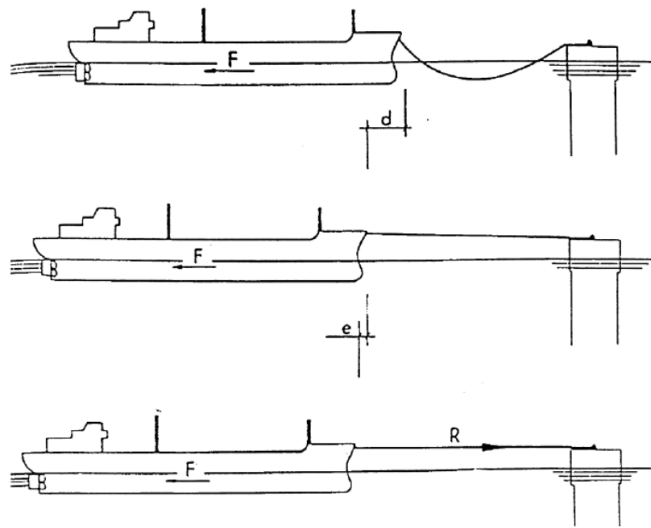


Ilustración 37. Buque acelerado por una fuerza F

Haciendo balance de energías, puede estimarse el valor de R.

$$R = 3 * F * \left(t + \frac{d}{e} \right)$$

Si $d = 0$ el valor de R triplica al de F. Este es su valor mínimo, que ocurre cuando la amarra está tensa.

Si el valor de “e” (elongación de la amarra) es pequeño (cables, amarras cortas, etc) y “d” es grande (amarras/flojas), el valor de R puede resultar muy superior al de la fuerza de excitación.

Así pues, ha de extremarse la vigilancia de las amarras, manteniéndolas tensas ($d=0$), especialmente en el caso de amarras rígidas (cortas, o cables).

3.2.6 Selección de la amarra requerida y su número

Si bien el número de amarras que deben equipar un buque viene determinado por el numeral de equipo (NE), es habitual que se vean incrementadas hasta el doble de las mismas.

Para grandes buques cuyo número de equipo sea por ejemplo de 14.600, la Sociedad de Clasificación como Bureau Veritas indica un número de 21 amarras de 200 m de longitud cada una, con una carga de rotura (CR) no inferior a 75 tons. No es prudente equipar el buque con amarras de CR superior al que le corresponda por su NE, ya que podrían arrancar el equipo de cubierta dispuesto para su firme.

En términos generales, para eslora inferior a 90 m no hay requisitos procedentes por su clasificación, la suma de toda la resistencia de los cabos no será inferior a la CR de la cadena de

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

las anclas, el cable de remolque no será inferior al 40% de la CR de la cadena del ancla, la fuerza de tracción de los chigres de cada costado no será inferior a 1,5 la CR de los cabos exigidos, el freno de los chigres debe empezar a ceder al llegar al 50% de la CR del cabo cuando se encuentre en la primera capa de estiba en el tambor.

Para buques de gran desplazamiento o la máxima rigidez en el atraque, son más adecuados los cables de acero, ya que presentan la menor elasticidad, disponen de mayor resistencia a la rotura, y por su menor diámetro permiten su arrollamiento en carretes. No obstante, los primeros cabos que deben darse durante la maniobra de atraque son los de fibra sintética, al ser más elásticas y mejor retención del movimiento de traslación del buque.

En cuanto al número de amarras requerido para un amarre seguro depende mucho del criterio de los responsables, tanto de a bordo por parte del capitán u oficial de guardia, como ajenos al buque, el práctico, mooring master, o resultante del método y procedimiento de amarre que siga una determinada terminal, de tipo convencional, sea islands, monoboya, jetties, etc.

Porcentajes de utilización por método de amarre puede ser:

PM Buque	Costado	Tipo de amarre			
		Campo Boyas	Mono Boya	Popa Muelle	Muertos
10 KT a 25 KT	85%	10%	-	2%	3%
25 KT a 60 KT	70%	15%	3%	2%	10%
Más de 60 KT	52%	35%	8%	-	5%

Los cabos de amarre reciben su denominación según sea la posición en que trabajan:

- Si sale de proa y trabaja hacia proa, o bien, sale de popa y trabaja hacia popa, se denomina “largo” (un ángulo de 30º con la línea del muelle o crujía del buque).
- Si trabaja en dirección sensiblemente perpendicular al plano longitudinal del buque y línea de muelle, se denomina “través”.
- Si trabaja en sentido de proa a popa, o bien, de popa a proa, se denomina “retenida” o “sprin” (La palabra esprín es una asimilación de la palabra ingles spring, muelle).

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

de la banda de freno es adecuado y el estado de las zapatas de freno es satisfactorio.

- Los embragues deben operar suavemente y las clavijas de sujeción de los embragues deben estar colocadas en las palancas de control del embrague listas para su empleo.
- Las palancas de control de las maquinillas tienen que estar marcadas indicando la dirección de operación para soltar y retirar.
- Los extremos de los tambores deben ser mantenidos libres de daños, oxidación y pintura, y las bancadas de la maquinaria deben ser examinadas periódicamente buscando deterioro o daños.
- Se debe asegurar que todos los guiacabos de amarre están girando libremente mostrando superficies libres de oxidación o daños que pudieran desgastar por roce las estachas de amarre.
- Se debe comprobar cuidadosamente la integridad de todos los equipos de amarre tales como bitas, cáncamos y sondalezas.
- La información sobre el cuidado y mantenimiento de las estachas de amarre puede ser vista en la Alerta de Riesgo 07. Antes de comenzar las operaciones de amarre, todos los equipos deben ser examinados visualmente buscando defectos visibles y el funcionamiento de la maquinaria verificado. Todo equipo defectuoso tiene que ser retirado del servicio.

3.2.8 Equipos de Protección Personal

Todo el personal que participa en las operaciones de amarre y remolque debe llevar puesto el equipo correcto de protección personal (EPP).

El equipo debe estar detallado en el Sistema de Gestión de Seguridad del buque y tiene que incluir:

- Buzos de alta visibilidad.
- Casco de seguridad con correa para sujetar la barbilla.
- Calzado o botas de seguridad.
- Guantes.
- en climas fríos, ropa adecuada de abrigo de alta visibilidad.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

El personal del castillo de proa debe tener a mano gafas protectoras en caso que el ancla tenga que ser soltado en una emergencia. El uso de guantes en las operaciones de amarre es con frecuencia un tópico debatido, y el mejor consejo es idealmente no llevarlos demasiado sueltos para que no queden atrapados en los cables por los extremos de los tambores. Siempre se deben usar guantes cuando se manipulan cables de acero debido a la posibilidad de lesiones a las manos por alambres rotos.

4. Numeral de Equipo

La seguridad del buque cuando se encuentra fondeado o amarrado va a depender de la consistencia de este equipo, motivo por el cual, las Sociedades de Clasificación han prestado mucha atención al dimensionamiento de estos sistemas para lo cual se ha creado el **“Numeral de Equipo”** el cual determina el número, tamaño y dimensiones de todos los elementos que componen o forman este equipo.

El sistema de fondeo y amarre se encuentra compuesto por:

- Anclas y cadenas.
- Cables y amarras

Que para su buen funcionamiento necesitan:

- Escobenes.
- Caja de Cadenas.
- Molinetes.
- Cabrestantes.
- Bitas, alavantes y gateras.

Siguiendo lo especificado por una Sociedad de Clasificación de ámbito mundial como **Det Norske Verita**, cuyo objetivo es **“salvaguardar la vida, propiedades y el medio marino”** podemos ver que en la **Parte 3 - Capítulo 3** hace referencia a: **“Equipo del casco y Seguridad”**, dentro de este capítulo, la **Sección 3** hace referencia a **“Anclas y Amarre”**, es esta sección se pueden ver los diferentes puntos a cumplir de esta normativa.

Numeral de Equipo:

$$NE = \Delta^{2/3} + 2 * B * H + \frac{A}{10}$$

- Δ : desplazamiento del buque en el calado de verano (en toneladas).
- B: manga de trazado máxima del buque (en metros).
- H: francobordo en la maestra en metros, desde la flotación de verano hasta la cubierta superior, más la suma de las alturas en la maestra, en metros, de cada hilada de casetas con una manga mayor de B/4.
- A: área en m², en el plano de crujía dentro de la eslora reglamentaria del buque, y de las superestructuras y casetas por encima de la flotación de verano, que se enciendan dentro de la eslora reglamentaria del buque y que tengan además una manga mayor de B/4.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Con el número obtenido, se consultan unas tablas realizadas por las Sociedades de Clasificación, en las cuales se nos indican en función del número:

- Peso del ancla.
- Número de anclas más la de respeto.
- Diámetro del eslabón.
- Longitud de la cadena.
- Carga de rotura.
- Longitud del cable de remolque
- Número de amarras su longitud y carga de rotura.

Conociendo los datos necesarios para sustituir en la fórmula del Numeral de Equipo, podemos obtener un valor con el cual, entrando en las tablas realizadas por las Sociedades de Clasificación, podremos obtener los valores mínimos que deben tener todos los elementos de fondeo y amarre del buque.

Suponiendo un Petrolero cuyos valores son:

$$\Delta = 12509,398 \text{ ton.}$$

$$B = 17,7 \text{ m}$$

$$H = 15,742 \text{ m}$$

$$A = 537,814 \text{ m}^2$$

Sustituyendo en la fórmula anterior:

$$N.E. = 12509,398^{2/3} + 2 * 17,7 * 15,742 + \frac{537,814}{10}$$

N.E: 1150

Con este valor localizamos en las tablas proporcionadas por DNV el intervalo correspondiente a 1140 – 1219 y podemos ver las características del equipo.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

- Numeral de Equipo DNV

Equipment number	Equipment letter	Stockless bower anchors		Stud-link chain cables			Towline (guidance)		Mooring lines ¹⁾ (guidance)			
		Number	Mass per anchor kg	Total length m	Diameter and steel grade			Steel or fibre ropes		Steel or fibre ropes		
					NV K1 mm	NV K2 mm	NV K3 mm	Minimum length m	Minimum breaking strength kN	Number	Length of each m	Minimum breaking strength kN
30-49	a ₀	2	120	192.5	12.5			170	88.5	2	80	32
50-69	a	2	180	220	14	12.5		180	98.0	3	80	34
70-89	b	2	240	220	16	14		180	98.0	3	100	37
90-109	c	2	300	247.5	17.5	16		180	98.0	3	110	39
110-129	d	2	360	247.5	19	17.5		180	98	3	110	44
130-149	e	2	420	275	20.5	17.5		180	98	3	120	49
150-174	f	2	480	275	22	19		180	98	3	120	54
175-204	g	2	570	302.5	24	20.5		180	112	3	120	59
205-239	h	2	660	302.5	26	22	20.5	180	129	4	120	64
240-279	i	2	780	330	28	24	22	180	150	4	120	69
280-319	j	2	900	357.5	30	26	24	180	174	4	140	74
320-359	k	2	1020	357.5	32	28	24	180	207	4	140	78
360-399	l	2	1140	385	34	30	26	180	224	4	140	88
400-449	m	2	1290	385	36	32	28	180	250	4	140	98
450-499	n	2	1440	412.5	38	34	30	180	277	4	140	108
500-549	o	2	1590	412.5	40	34	30	190	306	4	160	123
550-599	p	2	1740	440	42	36	32	190	338	4	160	132
600-659	q	2	1920	440	44	38	34	190	371	4	160	147
660-719	r	2	2100	440	46	40	36	190	406	4	160	157
720-779	s	2	2280	467.5	48	42	36	190	441	4	170	172
780-839	t	2	2460	467.5	50	44	38	190	480	4	170	186
840-909	u	2	2640	467.5	52	46	40	190	518	4	170	201
910-979	v	2	2850	495	54	48	42	190	559	4	170	216
980-1059	w	2	3060	495	56	50	44	200	603	4	180	230
1060-1139	x	2	3300	495	58	50	46	200	647	4	180	250
1140-1219	y	2	3540	522.5	60	52	46	200	691	4	180	270
1220-1299	z	2	3780	522.5	62	54	48	200	738	4	180	284
1300-1389	A	2	4050	522.5	64	56	50	200	786	4	180	309
1390-1479	B	2	4320	550	66	58	50	200	836	4	180	324
1480-1569	C	2	4590	550	68	60	52	220	888	5	190	324
1570-1669	D	2	4890	550	70	62	54	220	941	5	190	333
1670-1789	E	2	5250	577.5	73	64	56	220	1024	5	190	353
1790-1929	F	2	5610	577.5	76	66	58	220	1109	5	190	378
1930-2079	G	2	6000	577.5	78	68	60	220	1168	5	190	402
2080-2229	H	2	6450	605	81	70	62	240	1259	5	200	422
2230-2379	I	2	6900	605	84	73	64	240	1356	5	200	451
2380-2529	J	2	7350	605	87	76	66	240	1453	5	200	480
2530-2699	K	2	7800	632.5	90	78	68	260	1471	6	200	480
2700-2869	L	2	8300	632.5	92	81	70	260	1471	6	200	490
2870-3039	M	2	8700	632.5	95	84	73	260	1471	6	200	500
3040-3209	N	2	9300	660	97	84	76	280	1471	6	200	520
3210-3399	O	2	9900	660	100	87	78	280	1471	6	200	554
3400-3599	P	2	10500	660	102	90	78	280	1471	6	200	588
3600-3799	Q	2	11100	687.5	105	92	81	300	1471	6	200	618
3800-3999	R	2	11700	687.5	107	95	84	300	1471	6	200	647
4000-4199	S	2	12300	687.5	111	97	87	300	1471	7	200	647
4200-4399	T	2	12900	715	114	100	87	300	1471	7	200	657
4400-4599	U	2	13500	715	117	102	90	300	1471	7	200	667
4600-4799	V	2	14100	715	120	105	92	300	1471	7	200	677
4800-4999	W	2	14700	742.5	122	107	95	300	1471	7	200	686
5000-5199	X	2	15400	742.5	124	111	97	300	1471	8	200	686
5200-5499	Y	2	16100	742.5	127	111	97	300	1471	8	200	696
5500-5799	Z	2	16900	742.5	130	114	100	300	1471	8	200	706
5800-6099	A*	2	17800	742.5	132	117	102	300	1471	8	200	706
6100-6499	B*	2	18800	742.5	137	120	107	300	1471	9	200	716
6500-6899	C*	2	20000	770		124	111	300	1471	9	200	726
6900-7399	D*	2	21500	770		127	114	300	1471	10	200	726
7400-7899	E*	2	23000	770		132	117	300	1471	11	200	726

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

De la anterior tabla se obtiene:

ANCLAS DE LEVA SIN CEPO		REDONDO DEL ESLABON (Acero calidad grado NVK3)		ESTACHAS DE REMOLQUE		ESTACHAS DE AMARRE		
Número	Peso del ancla (kg)	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Longitud mín (m)	Carga rotura mín. (KN)	Nº	Longitud (m)	Carga rotura mín (KN)
2(+1 de respeto)	3540	522,5	46	200	691	4	180	270

Se puede observar que a la hora de escoger el eslabón aparecen tipos diferentes en función de la calidad del acero. En nuestro caso estamos tratando de un petrolero de transporte de crudo, debido a esto, se escoge el “extra special quality steel (NVK3)”, que resulta el tipo de acero de mayor calidad de los existentes y de menos peso.

Sabemos que la longitud de un largo de cadena de un buque es de 27,5 metros, debido a ésta longitud y conociendo la longitud total de cadena que el barco debe llegar: 522,5 mt, podemos ver que tenemos 19 largos de cadena, de los cuales 10 largos en una banda y 9 en la otra.

$$\frac{522,5}{27,5} = 19$$

4.1 Cálculo de los Sistemas de Fondeo

4.1.1 Elección del Ancla

Tras consultar el catálogo de un fabricante, “TRILLO anclas & cadenas”, el ancla elegida es tipo “Hall” cuyas dimensiones en función del peso, se pueden ver en la siguiente tabla.

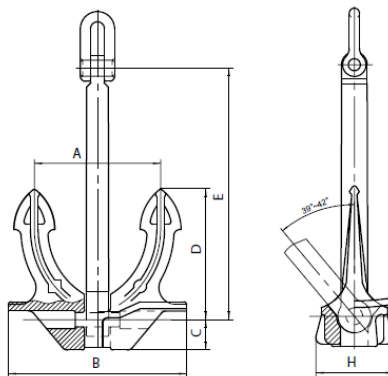


Ilustración 39. Ancla tipo Hall

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

APPROX. WEIGHTS AND DIMENSIONS / PESOS Y MEDIDAS APROXIMADAS

Nominal Weight kg.	mm						Nominal Weight kg.	mm					
	A	B	C	D	E	H		A	B	C	D	E	H
100	378	540	91	395	750	230	3540	1240	1750	298	1290	2450	750
125	405	580	97	425	810	248	3780	1260	1790	304	1320	2510	770
150	432	612	104	452	855	264	4050	1290	1830	311	1350	2560	790
180	459	650	111	480	910	280	4320	1320	1870	318	1380	2620	800
240	510	720	122	530	1010	310	4590	1350	1910	325	1410	2670	820
280	534	760	130	560	1060	325	4890	1380	1950	332	1440	2730	840
300	540	770	131	570	1080	331	5250	1410	2000	340	1480	2800	860
320	560	790	132	580	1100	338	5610	1440	2040	347	1510	2860	880
360	580	820	139	610	1150	353	6000	1480	2090	355	1540	2930	900
420	610	860	146	640	1200	370	6450	1510	2140	364	1580	3000	920
480	640	900	153	670	1260	387	6900	1550	2190	372	1620	3070	940
520	652	920	158	680	1295	400	7350	1580	2240	380	1650	3140	960
570	670	950	162	700	1330	408	7800	1610	2280	388	1680	3190	980
660	710	1000	170	740	1440	430	8300	1650	2330	396	1720	3260	1000
780	750	1060	180	780	1480	456	8700	1670	2370	403	1750	3320	1020
850	770	1090	185	800	1530	468	9300	1710	2420	411	1790	3390	1040
900	780	1110	189	820	1550	477	9900	1740	2470	420	1820	3460	1060
1020	820	1160	197	860	1620	500	10500	1780	2520	428	1860	3530	1080
1140	850	1200	204	890	1680	520	11100	1820	2570	437	1900	3600	1100
1290	880	1250	212	920	1750	540	11700	1840	2610	444	1930	3650	1120
1440	920	1300	221	960	1820	560	12300	1870	2650	450	1960	3710	1140
1590	950	1340	228	990	1880	580	12900	1900	2690	457	1990	3770	1160
1740	980	1380	235	1020	1930	600	13500	1940	2740	466	2020	3840	1180
1920	1010	1430	243	1060	2000	620	14100	1960	2780	473	2050	3890	1200
2100	1040	1470	250	1090	2060	640	14700	1990	2820	479	2080	3950	1210
2280	1070	1510	257	1120	2110	650	15400	2020	2860	486	2110	4000	1230
2460	1100	1550	264	1150	2170	670	16100	2050	2900	493	2140	4060	1250
2640	1120	1590	270	1180	2230	690	16900	2080	2950	500	2180	4130	1270
2850	1150	1630	277	1210	2280	700	17800	2120	3000	510	2210	4200	1290
3060	1180	1670	284	1240	2340	720	18800	2160	3060	520	2260	4280	1320
3300	1210	1710	291	1270	2390	740	20000	2200	3120	530	2300	4370	1340

Ilustración 40. Anclas Hall

4.1.2 Elección de la Cadena

Según el Numeral de Equipo y la calidad escogida “extra special quality steel (NVK3)” vemos que le corresponde un diámetro de cadena de 46 mm.

Siguiendo las descripciones del catálogo se puede ver:

- Cargas de prueba y Rotura para cadenas con concreto.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Chain diameter		GRADE U2		GRADE U3		Approx. min. weight per 27,5 mtr	Number of links per 27,5 meter	Approx. min. weight per meter
Inches	mm	Proof load kN	Breaking load kN	Proof load kN	Breaking load kN			
1/2	12,5	66	92			110	549	4,0
9/16	14	82	116			128	491	4,7
5/8	16	107	150			150	429	5,5
11/16	17,5	127	179			197	391	7,2
3/4	19	150	211			236	357	8,6
13/16	20,5	175	244	244	349	268	329	9,7
7/8	22	200	280	280	401	324	305	11,8
15/16	24	237	332	332	476	370	285	13,5
1	26	278	389	389	556	431	259	15,7
1 1/8	28	321	449	449	642	496	245	18,0
1 3/16	30	368	514	514	735	563	225	20,5
1 1/4	32	417	583	583	833	635	213	23,1
1 5/16	34	468	655	655	937	712	195	25,9
1 7/16	36	523	732	732	1050	800	187	29,1
1 1/2	38	581	812	812	1160	888	179	32,3
1 9/16	40	640	896	896	1280	1033	171	37,6
1 5/8	42	703	981	981	1400	1084	163	39,4
1 3/4	44	769	1080	1080	1540	1197	153	43,5
1 13/16	46	837	1170	1170	1680	1310	147	47,6
1 7/8	48	908	1270	1270	1810	1438	143	52,3
2	50	981	1370	1370	1960	1546	137	56,2
2 1/16	52	1060	1480	1480	2110	1661	129	60,4
2 1/8	54	1140	1590	1590	2270	1791	125	65,1
2 3/16	56	1220	1710	1710	2430	1926	123	70,0

Ilustración 41. Carga de Prueba y Rotura

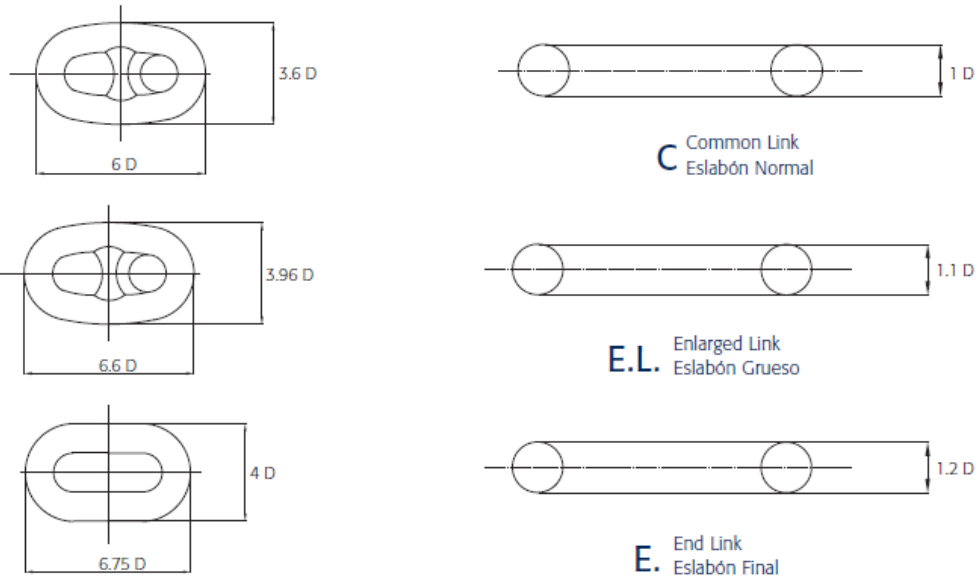
Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

- Tabla de Equipos.

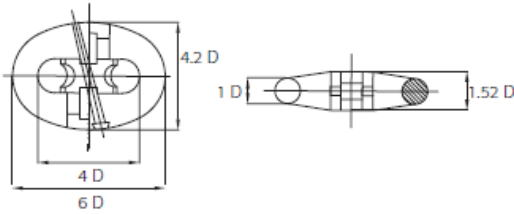
Equipment Number		Stockless Anchors			Total length m.	Diameter	
exceeding	not exceeding	Number	approx Weight HHP anchor	Weight per anchor		Grade 2 mm.	Grade 3 mm.
50	70	2	135	180	220	12,5	
70	90	2	180	240	220	14	
90	110	2	226	300	247,5	16	
110	130	2	271	360	247,5	17,5	
130	150	2	316	420	275	17,5	
150	175	2	361	480	275	19	
175	205	2	429	570	302,5	20,5	
205	240	3	496	660	302,5	22	20,5
240	280	3	586	780	330	24	22
280	320	3	677	900	357,5	26	24
320	360	3	767	1020	357,5	28	24
360	400	3	857	1140	385	30	26
400	450	3	970	1290	385	32	28
450	500	3	1083	1440	412,5	34	30
500	550	3	1195	1590	412,5	34	30
550	600	3	1308	1740	440	36	32
600	660	3	1444	1920	440	38	34
660	720	3	1579	2100	440	40	36
720	780	3	1714	2280	467,5	42	36
780	840	3	1850	2460	467,5	44	38
840	910	3	1985	2640	467,5	46	40
910	980	3	2143	2850	495	48	42
980	1060	3	2301	3060	495	50	44
1060	1140	3	2481	3300	495	50	46
1140	1220	3	2662	3540	522,5	52	46
1220	1300	3	2842	3780	522,5	54	48
1300	1390	3	3045	4050	522,5	56	50
1390	1480	3	3248	4320	550	58	50
1480	1570	3	3451	4590	550	60	52
1570	1670	3	3677	4890	550	62	54

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

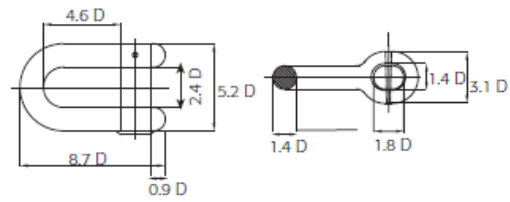
- Dimensiones componentes de Cadenas.



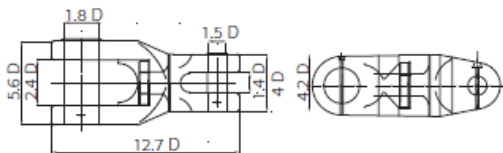
KENTER K-S



ANCHOR SHACKLE TYPE "D" E.S.



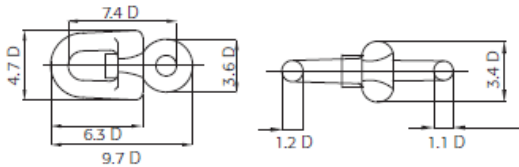
ANCHOR SWIVEL SHACKLE A.S.W.S.



NORMAL ADAPTOR PIECE



SWIVEL SW



End link, enlarged link, swivel, enlarged link, common link

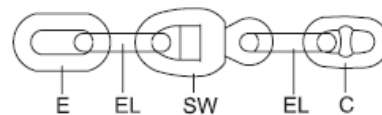
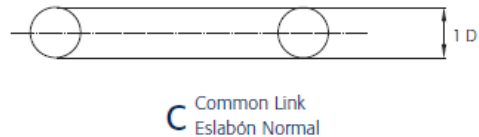
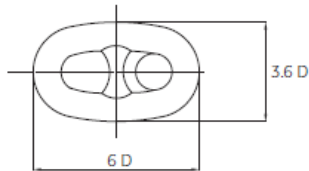


Ilustración 42. Componentes cadena

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Siguiendo las dimensiones obtenidas por el catálogo, cada uno de los eslabones que van a formar parte de la cadena en función del $\varnothing = 46\text{mm}$.

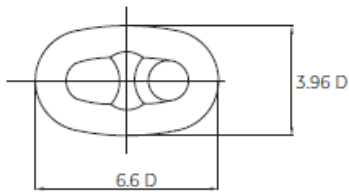
- **Eslabón Normal**



C Common Link
Eslabón Normal

- $1 * D = 1 * 46 = 46 \text{ mm}$
- $6 * D = 6 * 46 = 276 \text{ mm}$
- $3,6 * D = 3,6 * 46 = 165,6 \text{ mm.}$

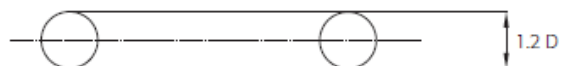
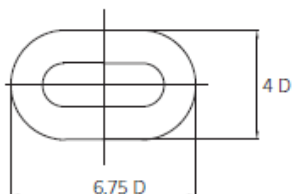
- **Eslabón Grueso**



E.L. Enlarged Link
Eslabón Grueso

- $1,1 * D = 1,1 * 46 = 50,6 \text{ mm}$
- $6,6 * D = 6,6 * 50,6 = 333,96 \text{ mm}$
- $3,96 * D = 3,96 * 50,6 = 200,376 \text{ mm}$

- **Eslabón final**

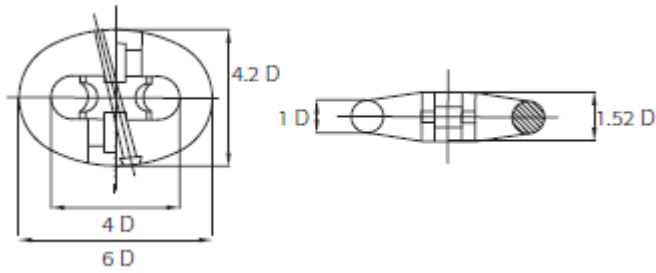


E. End Link
Eslabón Final

- $1,2 * D = 1,2 * 46 = 55,2 \text{ mm}$
- $6,75 * D = 6,75 * 55,2 = 372,6 \text{ mm}$
- $4 * D = 4 * 55,2 = 200,8 \text{ mm}$

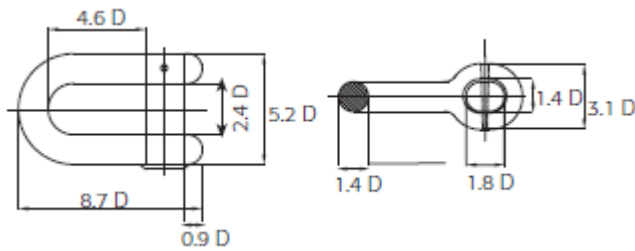
Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

- **Kenter**



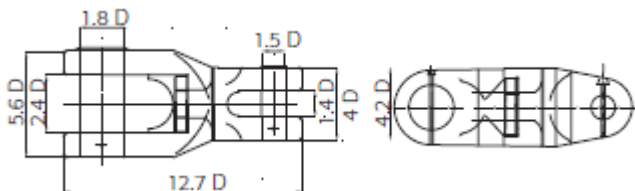
- $1 * D = 1 * 46 = 46 \text{ mm}$
- $1,52 * D = 1,52 * 46 = 69,92 \text{ mm}$
- $4,2 * D = 4,2 * 46 = 193,2 \text{ mm}$
- $4 * D = 4 * 46 = 184 \text{ mm}$
- $6 * D = 6 * 46 = 276 \text{ mm}$

- **Grillete unión con Ancla**



- $1,4 * D = 1,4 * 46 = 64,4 \text{ mm}$
- $1,8 * D = 1,8 * 46 = 82,8 \text{ mm}$
- $3,1 * D = 3,1 * 46 = 142,6 \text{ mm}$
- $4,6 * D = 4,6 * 46 = 211,6 \text{ mm}$
- $2,4 * D = 2,4 * 46 = 110,4 \text{ mm}$
- $5,2 * D = 5,2 * 46 = 239,2 \text{ mm}$
- $8,7 * D = 8,7 * 46 = 400,2 \text{ mm}$
- $0,9 * D = 0,9 * 46 = 41,4 \text{ mm}$

- **Grillete giratorio**

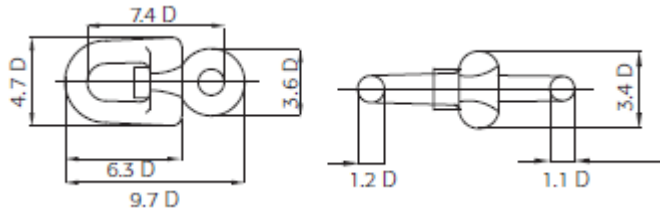


- $4,2 * D = 4,2 * 46 = 193,2 \text{ mm}$
- $1,8 * D = 1,8 * 46 = 82,8 \text{ mm}$
- $1,5 * D = 1,5 * 46 = 69 \text{ mm}$

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

- $1,4 * D = 1,4 * 46 = 64,4 \text{ mm}$
- $4 * D = 4 * 46 = 184 \text{ mm}$
- $5,6 * D = 5,6 * 46 = 257,6 \text{ mm}$
- $2,4 * D = 2,4 * 46 = 110,4 \text{ mm}$
- $12,7 * D = 12,7 * 46 = 584,2 \text{ mm}$

- **Eslabón giratorio**



- $3,4 * D = 3,4 * 46 = 156,4 \text{ mm}$
- $1,2 * D = 1,2 * 46 = 55,2 \text{ mm}$
- $1,1 * D = 1,1 * 46 = 50,6 \text{ mm}$
- $4,7 * D = 4,7 * 46 = 216,2 \text{ mm}$
- $7,4 * D = 7,4 * 46 = 340,4 \text{ mm}$
- $3,6 * D = 3,6 * 46 = 165,6 \text{ mm}$
- $6,3 * D = 6,3 * 46 = 289,8 \text{ mm}$
- $9,7 * D = 9,7 * 46 = 446,2 \text{ mm}$

4.1.3 Cables y amarras

Las características del cable de remolque también dependen del numeral de equipo, estableciendo la normativa, tendremos que instalar un cable de remolque con las siguientes características.

- Longitud mínima: 200 m
- Carga de rotura: 691 KN

Las propiedades de las amarras indicadas según lo establecido por el numeral de equipo son:

- Número de amarras: 4
- Longitud Mínima de cada amarra: 180 m
- Carga de rotura de las amarras: 270 KN

4.1.4 Escobenes

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

El escobén es el conducto circular que se abre entre la cubierta castillo y la amura del buque para permitir el paso de las cadenas de las anclas y alojamiento de la caña del ancla.

El buque dispondrá de dos escobenes, uno en cada banda, cuyo diámetro mínimo viene determinado por la siguiente expresión:

$$D = [(100 - d) * 0,03867 + 7,5] * d = [(100 - 46) * 0,03867 + 7,5] * 46 = 441 \text{ mm}$$

Los dos escobenes dispondrán de chorros de agua para limpiar la cadena y ancla.

A la bocina del escobén se debe dar un ángulo de inclinación para que el ancla deslice con facilidad, por otro lado, debe evitarse que el de la cadena, tanto en la boca como en la concha, sea muy acusado disminuir el rozamiento de la parte interior de unos eslabones con otros y estos se doblen. El ángulo de quiebro de la cadena del ancla, tanto a la entrada como a la salida del escobén, no debe ser mayor de 45°. Las bocinas del escobén se construyen de chapa de acero, dando normalmente doble espesor a la zona inferior que a la superior, para compensar los desgastes y esfuerzos que sufre la parte de roce de la cadena.

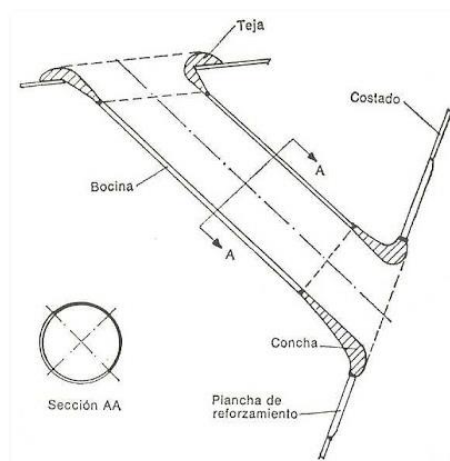


Ilustración 43. Escoben

4.1.5 Caja de cadenas

El buque dispondrá de una caja de cadenas por banda ambas situadas a proa del mamparo de colisión, separadas por las escaleras de acceso. La forma de las cajas de cadenas se adecua a las formas constructivas del buque aproximándose lo máximo posible a un cuadrado

Para determinar el volumen de la caja de cadenas, se debe calcular el volumen que ocupa la cadena, el volumen que ocupa una cadena de eslabón con concreto viene dado por la siguiente fórmula.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

$$V = 0,082 * d^2 * L * 10^{-4} m^3$$

- d: diámetro del redondo del eslabón
- L: longitud de la cadena

Se dimensionará cada caja para dar cabida a 10 largos de cadena, por lo tanto la longitud total a considerar es de: $27,5 * 10 = 275$ m.

Con estos valores y el ancho de cadena tenemos el volumen mínimo de cada caja de cuadernas que vale $V = 0,082 * d^2 * L * 10^{-4} = 0,082 * 46^2 * 275 * 10^{-4} = 4,77 m^3$, en este espacio se consideran los espacios de acceso y drenaje.

Los coeficientes de la fórmula anterior están calculados para una base cuadrada de entre 26 y 35 veces el valor del redondo del eslabón. Se toma como base de la caja de cadenas un cuadrado de base "I" metros.

La altura mínima que debe tener la caja de cuadernas es: $h = \frac{V}{I^2}$

A esta altura se debe sumar 1,2 metros para la caída de la cadena y 0,4 para el drenado, por lo tanto, la altura necesaria es: $h_{total} = I + 1,6$

La elección de "I" viene determinada por la distancia del barbotén del molinete a crujía.

La cadena se amarrará bien en el fondo o en la parte superior, preferiblemente esta última solución con la que se consigue que pueda soltarse con la cadena en el interior y dispondrá de un grillete de seguridad, de tal forma que cuando la tracción sea excesiva suelte y no afecte a la estructura. La unión del grillete a la estructura será a través de una orejeta o consola con un orificio circular en el centro, que irá soldada en una zona de reforzamiento.

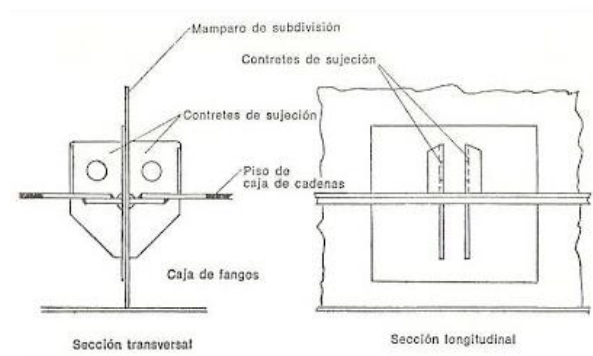


Ilustración 44. Sujeción cadena

4.1.6 Molinete

Es una máquina que se emplea para arriar e izar las cadenas de anclas en la leva de las anclas. También se emplea el molinete para la maniobra de las amarras en la zona de proa.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Las formas de trabajar del molinete se deben considerar en tres fases distintas:

- Haciendo el ancla
- Despegue del ancla del fondo.
- Levado del ancla del fondo y la cadena.

El movimiento del buque en dirección del ancla es lo que se conoce como “hacer el ancla”. La segunda fase comprende desde que la cadena comienza a garrear por el fondo, hasta que deja de apoyarse en este. El izado del ancla y la cadena es la fase des de que despega del fondo el ancla hasta que quede el ancla estibada en el escobén.

Los molinetes disponen de unas ruedas dobles situadas normalmente en posición vertical en el sentido de proa a popa denominadas “barbotenes” en las que hay unas concavidades donde engranan las cadenas de las anclas. También disponen en sus extremos de unos tambores conocidos con el nombre de “cabirones” que se emplean para virar las amarras. En algunos buques de guerra los molinetes se colocan en posición vertical quedando en este caso el barboten en posición horizontal.

Se dispondrá de dos molinetes mono ancla, los biancla se utilizan para anclas de menor tamaño con cadenas de eslabones pequeños y medianos.

Los fabricantes de molinetes construyen una misma maquinaria para varios diámetros de eslabón de cadena consecutivos. En estos casos lo único que hay que modificar es el barboten y la potencia del motor de accionamiento del molinete.

Las ruedas de barboten deben reunir la condición de que por lo menos haya siempre dos eslabones que estén trabajando. Esta condición depende del ángulo de cadena que abre a la rueda del barboten y debe ser comprobada a bordo una vez montado el molinete y el estopor. Es muy importante comprobar que el barboten corresponde exactamente al diámetro de cadena que se monta pues de no ser así la cadena puede saltar, lo cual es peligroso.

Cada barboten debe llevar su correspondiente embrague para que o bien el cabirón o la otra cadena en el caso de que sea biancla puedan trabajar con total independencia. También deba llevar cada barboten su correspondiente freno que suele ser de tipo cinta para poder frenar la salida de la cadena y detenerla.

En algunos molinetes los cabirones se montan con un dispositivo para que puedan trabajar las amarras entre unos límites de tensión fijados previamente, esto es, si la tensión de la amarra es menor del mínimo girará el cabirón soltando amarra y si es mayor del mínimo girará en sentido contrario para cobrar la amarra.

Los molinetes suelen estar accionados por vapor, con un sistema electrohidráulico con un motor eléctrico directamente acoplado. En caso de tratarse de pequeñas máquinas pueden llevar un motor de combustible acoplado directamente. El sistema más generalizado es el electro-hidráulico por la flexibilidad que tiene frente a los demás.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

La velocidad de leva de las cadenas suele oscilar entre los 8 metros/minuto y 12 metros/minuto.

La potencia del molinete requerida para llevar la cadena y ancla, viene definida por:

$$P = \frac{0,87 * (P_c + P_a) * V_{izado}}{60 * 75 * \eta}$$

Dónde:

- P_c : Peso de la cadena fuera del agua.
- P_a ::= Peso del ancla fuera del agua.
- V : Velocidad de izado (m/min).
- η : rendimiento mecánico del molinete.

La potencia requerida para zarpar el ancla del fondo será:

$$P_2 = \frac{0,87 * (P_c + P_a) + e * P_a}{60 * 75 * \eta} * V_{zarparado}$$

Dónde:

- e : Poder de agarre del ancla.
- $V_{zarparado}$::= Velocidad para zarpas el ancha del fondo (m/min).

El peso de la cadena y ancla dentro del agua:

$$[P_c + P_a]_{agua} = 0,87 (P_c + P_a)$$

En avería

$$P = \frac{0,87 * (P_c + P_a) * V_{averia}}{60 * 75 * \eta}$$

La relación entre la velocidad de izado y la de zarpar el ancla será de:

$$\frac{V}{V_1} = 1 + \frac{e * P_a}{0,87 * (P_c + P_a)}$$

En la práctica se suele tomar los siguientes valores:

- P : peso de 3 o 4 largos de cadena $\rightarrow 4 * 1310 = 5240$ Kg
- V : entre 8 y 12 m/min \rightarrow tomamos 10 m/min.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

- f: 2
- η : entre 0,5 y 0,7 \rightarrow Tomamos 0,6.
- e: entre 1,5 y 2,5 \rightarrow tomamos 2.

Con estos valores el valor de la potencia es:

$$P_1 = \frac{0,87 * (5240 + 3540) * 10}{60 * 75 * 0,6} * 2 = 56,58 \text{ C.V.} \cong 57 \text{ C.V.}$$

Añadiendo un margen de seguridad de un 10% queda: $57 * 1,1 = 62,7 \text{ C.V.}$

Siendo la relación de velocidades:

$$\frac{V}{V_1} = 1 + \frac{2 * 3540}{0,87 * (5240 + 3540)} = 1,93$$

Como $V = 10 \text{ m/min}$, la velocidad para zapar el ancla del fondo es de

$$V_1 = \frac{10}{1,93} = 5,18 \text{ m/min}$$

Cuando se navega con mal tiempo y no se ha dejado bien trincada la cadena con el estopor, puede suceder que en un pantocazo resbale la cadena y se salga toda ella fuera de su caja quedando colgando cadena y ancla. En esta situación, de no tener suficiente potencia el molinete para levantar todos los largos de cadena y el ancla, el buque se verá obligado a navegar con el ancla y cadena colgando. Para evitar esto, es recomendable comprobar si el molinete en la velocidad más corta es capaz de poder levantar el ancla con todos los largos de cadena que lleva engrilletados. Cumplir esta condición puede hacer variar la potencia del molinete aumentándola, o bien reducir la velocidad corta de izado del ancla y cadena.

Comprobamos que somos capaces de elevar todos los largos de cadena y el ancla con la potencia instalada a la velocidad corta, por si se diera esta situación alguna vez. Para esto calculamos la velocidad máxima a la que se puede realizar esta operación:

$$V_c = \frac{P * 60 * 75 * \eta}{2 * (0,87 * (P_c + P_a))} = \frac{62,7 * 60 * 75 * 0,6}{0,87 * (10 * 1310 + 3540)} = 11,69 \text{ m/min}$$

Como esta velocidad es mayor que V_1 queda demostrado que el molinete tiene potencia suficiente para subir todos los largos de cadena y ancla.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

4.1.7 Cabrestante

Es una máquina muy similar a la de subsistema de fondeo, sólo que en este caso presenta cabirón en lugar de barboten. El cabrestante permite tirar y tensar un único cabo en cualquier dirección. El cabirón suele presentar unas rebajas en su superficie de modo que aumente el coeficiente de rozamiento entre él y el cabo.

Se construyen de forma que los tambores giren siempre en sentido horario, empleándose dos velocidades mecánicas, que se obtienen mediante el giro de trinquete y engranajes. También hay trinquetes dispuestos en el borde exterior e inferior del tambor o incluidos en su interior para evitar el retroceso del cabestrante.

Los cabrestantes mecánicos están preparados para girar en ambas direcciones y, en caso de que se incorpore el mecanismo de inversión de marcha, se suprimen los trinquetes. Y aun en el caso de llevarlos irán provistos de una palomilla que los mantengan en posición elevada.

En el caso del cabrestante eléctrico, el cable tractor está unido al vagón mediante ganchos, y ha de ser arrastrado y arrollado al tambor del cabestrante. Estos cabestrantes se construyen para la velocidad del cable con un sólo tambor o para dos velocidades diferentes con doble tambor.

Los cabrestantes (de eje vertical) actualmente están dotados de accionamiento eléctrico, reversible, accionado por motor eléctrico con dos velocidades de giro, y están diseñados para las maniobras de remolque y amarre del buque. Pueden funcionar en cualquiera de las dos velocidades, en ambos sentidos, desarrollando la tracción indicada en la hoja de características para cada velocidad. Están diseñados para trabajar a la intemperie, situados en las cubiertas de los buques, con el motor eléctrico en el interior del cabirón y la caja de reducción bajo cubierta.

Sus componentes están dimensionados para soportar una carga estática igual a la de rotura de la estacha, aplicada en el punto medio del cabirón y perpendicular a su eje.

Actualmente los cabrestantes son totalmente compactos, incluyendo en el mismo conjunto: el cabirón y su tapa (construidos en acero fundido para resistencia a la intemperie), el motor eléctrico de accionamiento, el freno electromagnético, la caja de reducción y la corona con dentado interior como órgano de conexión del elemento giratorio a la parte fija del conjunto.

El cabrestante actual tipo se compone de los siguientes elementos:

- Un cabirón de acero fundido especialmente diseñado para soportar las cargas previstas sobre la estacha, con capacidad interior suficiente para alojar en su interior el motor-freno eléctrico de accionamiento.
- Un rodamiento con dentado en la corona interior, proporciona la transmisión de esfuerzos, par de vuelco y torsión en funcionamiento, desde la parte fija, carcasa

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

de la caja de reducción, a la móvil, cabirón. Las especiales características de este elemento, así como el ambiente marino en el que debe de trabajar, exigen unas especiales consideraciones de mantenimiento, que deben de asegurar una perfecta lubricación de dientes y bolas de cojinete a través de los engrasadores que se disponen en parte inferior del cabirón y en el suplemento de la zona de soporte.

- Una caja de reducción, de engranajes, transmite la potencia del motor eléctrico al piñón de ataque, a la corona de dentado interior, que proporciona el giro al cabirón. Consiste en una caja cerrada construida en chapa de acero soldado, de rigidez suficiente para recibir los esfuerzos que recibe de los apoyos de los ejes soporte de los trenes de engranaje, que sirve de soporte para el conjunto y se prolonga en la brida de empernado a cubierta.
- Un motor eléctrico de dos velocidades, alojado en el interior del cabirón, con rotor devanado para conseguir dos velocidades de funcionamiento con los requerimientos técnicos exigidos.
- Un freno electromagnético montado sobre el eje del motor, en el extremo superior opuesto al extremo conectado al eje de entrada de la caja de reducción. Está accionado mecánicamente, mediante muelles que mantienen en contacto los discos de ferodo del freno, y que aseguran el par de frenado. La tensión de estos muelles es contrarrestada por la acción electromagnética, al ser alimentados los electroimanes, a la vez que es alimentado eléctricamente el motor. El freno del motor eléctrico dispone, en la parte superior, de una palanca para el desbloqueo de emergencia.
- Un armario de maniobra eléctrica con los elementos necesarios para arranque directo, protección y alarmas de vigilancia del motor-freno de accionamiento.
- Una consola de mando eléctrico, con una palanca de mando de cinco posiciones (posición neutra y dos para cada sentido de giro del cabirón) y pulsador de parada de emergencia.
- Dos resistencias eléctricas de calefacción, montadas una en el motor eléctrico y la otra en la consola de mando de cubierta, sirven para evitar condensaciones que podrían perjudicar los componentes eléctricos durante los periodos de reposo.

El funcionamiento del cabrestante se realiza por accionamiento del motor eléctrico. Una vez está conectado el cuadro de maniobra eléctrico a la consola y al motor, solamente hay que actuar sobre el selector o pulsadores de la consola de mando.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

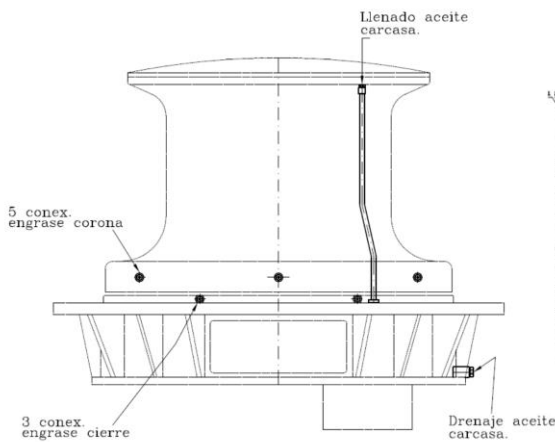


Ilustración 46. Cabrestante

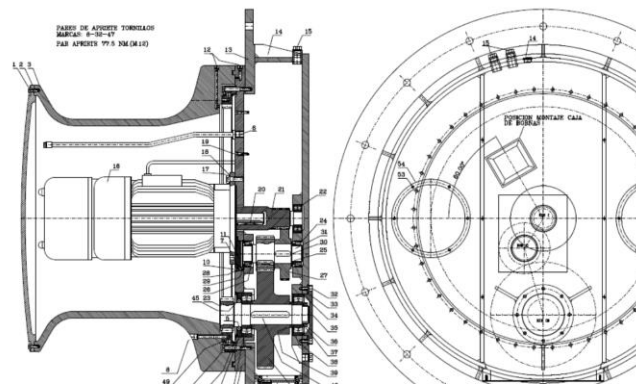


Ilustración 45. Interior Cabrestante

4.1.8 Situación de los Elementos de Amarre, Fondeo y Remolque

En este punto se detallan la posición, orientación y dimensiones de los elementos que forman parte del sistema de amarre, fondeo y también remolque. Para determinar el número y los elementos (bitas, guías, roletes, escobenes,...) se hace tomando como según la Norma NAE (Norma de Astilleros Españoles).

La Norma NAE tiene por objetivo dar unas directrices acerca de los elementos expuestos, basadas en la práctica de los astilleros. Algunas de estas normas son simplemente copia de las correspondientes normas UNE, a las que se les cambió el número para adaptarlas a la organización interna de los Astilleros, y otras son modificaciones de normas UNE para adaptarlas a las necesidades de nuestro Astilleros.

El número y situación de los elementos de amarre, fondeo y remolque que llevan los buques, están determinados por la superficie expuesta al viento que estos tienen, por las exigencias para pasar por los canales de Panamá o Suez, y por los requisitos de los armadores en cuanto a mayor facilidad de maniobra de la tripulación. En base a esto, el querer establecer una norma rígida de situación y número de dichos elementos, no es posible, pero si fijar unas ideas generales a tener en cuenta para la situación y empleo de los elementos de amarre, fondeo y remolque normalizados.

4.1.8.1 Guía de costado

En el buque existen 10 guías de costado distribuidas por la amura; tanto en la cubierta castillo a proa del buque, como en la cubierta toldilla, a popa del mismo.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

A la hora de llevar a cabo la especificación de dichas guías para que una empresa subcontrata o un taller de calderería lleve a cabo su fabricación es necesario detallar las medidas principales que debe tener en cada caso por lo que se especifica, como se observa, la NORMA NAE: 62.132; señalando en función de las diferentes dimensiones normalizadas para cada caso.

4.1.8.2 Guía de Remolque

En el buque hay dos guías de remolque, situadas ambas a crujía en las partes más a proa y a popa del buque; que tiene como misión ser punto de paso de las estachas en las condiciones de amarre y también en las situaciones de remolque del buque.

Para el dimensionamiento de estas guías se ha seguido, al igual que en el caso de las guías de costado, la NORMA NAE: 62.132; que en función de las dimensiones de la estacha, y de las dimensiones principales del buque, se escoge la de las medidas más adecuadas.

4.1.8.3 Guías panamá dobles

A lo largo del buque existen 8 guías panamá situadas en zonas donde la amurada es sustituida por barandillas por lo que estas guías están fijadas sobre un polín soldado a cubierta.

Su dimensionamiento se guía como en los puntos anteriores, según la NORMA NAE 62.123.

4.1.8.4 Guía sencilla (4 rodillos)

Para el amarre del buque en popa existen 4 guías sencillas de 4 rodillos situadas dos a babor y dos a estribor las cuales disminuyen el rozamiento de la estacha de amarre al estar dotadas de cuatro rodillos giratorios.

Su dimensionamiento se guía como en los puntos anteriores, según la NORMA NAE 62.123.

4.1.8.5 Bita de amarre

Para seleccionar las dimensiones normalizadas de las bitas de amarre se recurre a la NORMA NAE 62.201; en la cual se detallan las principales medidas de los diferentes elementos

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

que componen las bitas de amarre; que suman un total de 12 a lo largo del buque distribuidas tanto a proa como en la zona central y a popa.

La dimensión principal de la bita de amarre es el diámetro nominal del tronco, (DN 250) que en este caso, en función del diámetro de la estacha y del material de la misma, se considera el más adecuado.

4.1.8.6 Bita de remolque

Al igual que en el caso de las bitas de amarre, se escoge la NORMA NAE 62.201 para llevar a cabo la especificación al proveedor de dichos elementos; teniendo en cuenta en este caso que para el diámetro nominal del tronco, tal y como se indica a continuación, debe ser mayor de 315mm, pues la función de este tipo de bitas en comparación con las de amarre merece una mayor resistencia, ya que la fuerza ejercida sobre las mismas también lo es.

Además de fijar los aspectos señalados, en la NORMA figuran las condiciones de recepción, montaje, etc. Y, tanto las bitas de amarre, como las de remolque, se deben fijar al buque, una vez situadas en su posición final, a través de su soldadura a cubierta.

4.1.8.7 Roletes

La instalación de los roletes (guías de retorno verticales) en el buque para el servicio del sistema de amarre hace que, además de estar situados en un lugar estratégico, dentro de la cubierta correspondiente, el dimensionamiento de los mismos, así como su montaje e instalación, deben ser definidos en cada caso.

Para los roletes situados en la proa del buque se establece según la NORMA NAE 62.149 unas medidas dimensionales señaladas en la misma y que resultan idénticas a los situados en popa, variando simplemente las medidas de la base; pues en el caso de la proa dicha medida es mayor que la de la popa.

5. ACCIDENTES MARITIMOS

No cabe duda alguna de que el transporte marítimo desempeña un papel crucial en el comercio internacional, habiendo ofrecido siempre el único medio realmente rentable de llevar a cabo el transporte de materias primas, piezas, artículos acabados, combustibles y alimentos a largas distancias.

Debido a esto los buques y sus tripulaciones constituyen un elemento fundamental en la economía mundial actual. Pero la complejidad funcional de los buques modernos exige mano

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

de obra especializada a todos los niveles, desde el capitán hasta el marinero de cubierta, que deben contar con la pericia necesaria para el desempeño de sus diversas funciones.

Cada día los niveles de tolerancia pública al transporte marítimo son menores y cada vez más se está exigiendo que tenga un impacto casi cero tanto en el medio ambiental como de seguridad, por tal motivo se ha tomado la decisión por varios países de imponer sanciones penales contra los responsables de la contaminación producida por los buques, como consecuencia de accidentes debidos a negligencia, a la seguridad o al exceso de confianza en “máquinas robotizadas”.

Hay ocasiones en que por fallo del ser humano, tenemos tendencia a romper las reglas generalmente para ahorrar tiempo o para quedar en un buen recuerdo del crucero que realicé (Costa Concordia). En el transporte marítimo y por tanto la seguridad marítima ha de basarse en prevenir que se cometan estos errores y en mitigar sus consecuencias.

Haciendo referencia directamente a la Prevención de la Contaminación, La Organización Marítima Internacional (OMI), agencia especializada de las Naciones Unidas, responsable de la seguridad y la protección en el transporte marítimo y de la prevención de la contaminación marina por los buques, coloca el factor humano en el centro de su trabajo. Problemas como el estrés, la fatiga, la carga de trabajo, las normas de formación, la seguridad y la protección ambiental constituyen aspectos a los que los comités y subcomités de la OMI están prestando gran atención cuando revisan la suficiencia de las prescripciones y recomendaciones.

Las causas básicas de los errores humanos pueden encontrarse lejos de donde realmente se producen. Para mejorar la seguridad deben trabajar en estrecha colaboración las empresas, los organismos costeros y los barcos.

Actualmente se ha acortado el tiempo de permanencia en puerto y la presión a que está sometida la tripulación es cada vez mayor. Por consiguiente, tanto por razones de eficiencia y seguridad operacional, como desde el punto de vista de la seguridad personal, la tripulación necesitaría contar con una oportunidad adecuada de relajamiento y recuperación, antes de volver de nuevo a la mar.

5.1 SINIESTROS MARÍTIMOS

La seguridad marítima es una competencia que, según el suceso o siniestro acaecido, puede atañer a diferentes Estados. Dada la peculiaridad de esta situación, la comunidad internacional, a través del Comité de Seguridad Marítima de la Organización Marítima Internacional (OMI), ha aprobado un código específico para la investigación de estos incidentes sucedido en el mar, que ha entrado en vigor el 1 de enero de 2010, con el fin de establecer un marco común para todos los países en este tipo de pesquisas.

El Código recoge una serie de normas que deben regir toda investigación de siniestros o sucesos marítimos en el panorama internacional. Su objetivo final no es exclusivamente la determinación de las responsabilidades administrativas que deben asumir los Estados

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

implicados en cada hecho, sino que busca la máxima eficacia en el proceso indagatorio, disponiendo unos principios básicos que deben seguir todos los agentes inspectores del lance.

El Código para la Investigación de Siniestros Marítimos (**CIMC**) comienza definiendo el término “siniestro marítimo”, es decir, que “eventos” acaecidos en el mar son siniestros marítimos y por ende, cuales no lo son.

Siniestro marítimo: un evento que ha tenido como resultado:

1. la muerte o lesiones graves de una persona, causadas por las operaciones de un buque o en relación con ellas; o
2. la pérdida de una persona que estuviera a bordo, causada por las operaciones de un buque o en relación con ellas; o.
3. la pérdida, presunta pérdida o abandono de un buque; o.
4. daños materiales graves sufridos por un buque; o.
5. la varada o avería importante de un buque, o la participación de un buque en un abordaje; o.
6. daños materiales graves causados por las operaciones de un buque o en relación con ellas; o.
7. daños graves al medio ambiente como resultado de los daños sufridos por uno o varios buques, causados por las operaciones de uno o varios buques o en relación con ellas.

En resumen, podemos decir que un Siniestro Marítimo es aquel evento que engloba uno o varios de los siguientes puntos:

- pérdidas o daños de personas,
- daños medioambientales del medio marino o daños a la propiedad.

Se puede considerar que ésta definición, no es completamente esclarecedora, ante un accidente quedan “cabos sueltos “o dudas al intentar identificar o clasificar:

- ¿En qué consiste la avería importante de un buque?
- ¿Qué son exactamente daños materiales graves?
- ¿Se trata de un toque con la popa al espigón durante una maniobra?

En definitiva se echa en falta más precisión conceptual en cuanto al grado de daño que sufre el buque o las personas de a bordo para considerar el suceso como siniestro marítimo. Es por esto que es necesario interpretar la definición de siniestro marítimo con mayor precisión y

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

rigor. Lograr una buena definición de siniestro marítimo no es fácil. Para cumplir con los propósitos de la investigación de siniestros marítimos sería necesaria una definición en que se considerasen todas las fuentes posibles de siniestros marítimos. Así, una definición de siniestro marítimo podría ser: *“cualquier accidente o incidente que amenazase o causase daños o heridas significantes”*.

Siniestro muy grave: el sufrido por un buque con pérdida total de éste, pérdida de vidas humanas o contaminación grave.

Siniestro grave: aquel que sin reunir las características del “siniestro muy grave” entraña:

1. un incendio, explosión, abordaje, varada, contacto, averías por mal tiempo, averías causadas por hielos, grietas en el casco o supuesto defecto del casco, etc., que a su vez provocan;
2. averías estructurales que hacen que el buque no sea apto para navegar, por ejemplo, una hendidura en la obra viva, parada de las máquinas principales, averías importantes en los espacios de alojamiento, etc.; o.
3. contaminación (independientemente de la magnitud); y/o.
4. una avería que obligue a remolcar el buque o pedir ayuda a tierra.

Respecto a este tipo de accidentes, **CIMC** estableció que: “como mínimo se investigarán todos los casos de siniestros graves y muy graves”.

La selección de qué accidentes serán investigados se realizará con esta premisa como criterio. Se debe tener en cuenta que es físicamente imposible investigar todos los siniestros marítimos. Además, depende de la organización investigadora y de los recursos disponibles, su capacidad de dedicarse a la investigación de otros siniestros más allá de los graves y los muy graves. Por ello es esencial poner mucho cuidado en el proceso de selección de accidentes con opciones de ser investigados.

5.2 INVESTIGACIÓN DE SINIESTROS MARÍTIMOS

El Comité de Seguridad Marítima de la OMI, en fecha de 16 de mayo de 2008, adopta las siguientes decisiones con el objetivo de prevenir futuros siniestros y sucesos marítimos:

- Aprueba el código de normas internacionales y prácticas recomendadas para la investigación de los aspectos de seguridad de siniestros y sucesos marítimos (Código de Investigación de Siniestros), cuyo texto figura en el anexo de la correspondiente resolución¹.

¹ Resolución MSC.255 (84), adoptada el 16 de mayo de 2008. BOE nº 272, de 11 de noviembre de 2009.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

- Invita a los Gobiernos contratantes del convenio a que tomen nota de que el Código entra en vigor el 1 de enero de 2010.
- Pide al secretario general de la OMI que remita copias certificadas de la presente resolución y del texto del Código que figura en el anexo a todos los Gobiernos contratantes del convenio.
- Pide, además, al secretario general de esa organización que remita copias de la presente resolución y del texto del Código que figura en el anexo a los miembros de la OMI que no sean Gobiernos contratantes del convenio.

5.2.1 PRIMERA CONSULTA: ¿Qué objeto y finalidad persigue el Código de Investigación de Siniestros?

El código de normas internacionales y prácticas recomendadas tiene por objeto establecer un marco común al cual deberán someterse los Estados al realizar investigaciones sobre seguridad marítima.

El objetivo último consiste en la prevención para el futuro de siniestros y sucesos marítimos y contempla que los Estados deben cumplir esta finalidad mediante:

- La aplicación de una metodología y unos enfoques uniformes que permitan y fomenten investigaciones de amplio alcance con miras a poner de manifiesto los factores causales y otros riesgos para la seguridad.
- La presentación de informes a la OMI para permitir una distribución amplia de la información sobre seguridad, a fin de que el sector pueda abordar los aspectos relacionados con esta materia.

El Código de Investigación de Siniestros aborda las dos previsiones siguientes que hay que tener en cuenta:

- Una investigación sobre seguridad marítima debería estar separada y ser independiente de cualquier otra investigación.
- Todo Estado de abanderamiento tiene el deber de llevar a cabo una investigación sobre un siniestro ocurrido a cualquiera de los buques que enarbolen su pabellón, si estima que ello puede introducir cambios en las reglas actuales o si el siniestro ha generado efectos nocivos importantes para el medio ambiente.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

5.2.2 SEGUNDA CONSULTA: ¿Qué se entiende por siniestro marítimo?

Es un acaecimiento, o serie de acaecimientos, directamente relacionado con la explotación de un buque que ha dado lugar a cualquiera de las situaciones que seguidamente se enumeran:

- La muerte o lesiones graves de una persona.
- La pérdida de una persona que estuviera a bordo del navío.
- La pérdida, presunta pérdida o abandono de un buque.
- Los daños materiales sufridos por una nave.
- La varada o avería de una embarcación, o el hecho de que se vea envuelto en un abordaje.
- Daños materiales causados en la infraestructura marítima ajena al buque que representen una amenaza grave para la seguridad de la nave propia, de otra ajena o de una persona.
- Daños graves al medio ambiente, o la posibilidad de que se produzcan, como resultado de los deterioros sufridos por un navío.

5.2.3 TERCERA CONSULTA: ¿Qué se entiende por suceso marítimo?

Se trata de un acaecimiento, o serie de acaecimientos, distinto de un siniestro marítimo, que haya ocurrido habiendo una relación directa con las operaciones de un buque, que haya puesto en peligro o que, de no ser corregido, pondría en peligro la seguridad de la embarcación, la de sus ocupantes o la de cualquier otra persona o la del medio ambiente.

5.2.4 CUARTA CONSULTA: ¿Qué cuestiones debe abordar una investigación sobre seguridad marítima?

- Hacer un resumen en el que se reseñen los hechos básicos del siniestro o suceso marítimo y se señale si a resultas del mismo se han producido muertes, lesiones o contaminación.
- La identidad del Estado de abanderamiento, los propietarios, los navieros, la compañía, tal como se denomine en el certificado de gestión de la seguridad, y la

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

sociedad de clasificación (a reserva de lo que pueda disponer la legislación nacional en materia de protección de datos).

- Si procede, los pormenores sobre las dimensiones y máquinas de todos los buques implicados, junto con una descripción de la tripulación, el cuadro de obligaciones y otros aspectos, tales como el tiempo de servicio a bordo.
- Una descripción detallada de las circunstancias del siniestro o suceso marítimo.
- Realizar un análisis y observaciones sobre los factores causales, incluidos los de tipo mecánico, los relativos al factor humano y los organizativos.
- Un examen de los resultados de la investigación sobre seguridad marítima, incluida la determinación de los aspectos de seguridad, y las conclusiones alcanzadas tras la investigación.
- En su caso, recomendaciones con miras a evitar en el futuro siniestros y sucesos marítimos.

5.2.5 QUINTA CONSULTA: ¿El Código de Investigación de Siniestros contiene normas obligatorias?

La respuesta debe ser afirmativa. En el Código se especifican un conjunto de normas obligatorias que han de ser cumplidas entre las que se encuentran:

- El Gobierno de cada Estado proporcionará a la OMI información del contacto habido con las autoridades que deben llevar a cabo las investigaciones sobre la seguridad marítima dentro del Estado.
- Cuando un siniestro marítimo tenga lugar en alta mar o en una zona económica exclusiva, el Estado de abanderamiento del buque afectado deberá notificarlo a los demás Estados con intereses de consideración, tan pronto como sea razonablemente viable.
- Cuando un siniestro marítimo tenga lugar dentro del territorio de un Estado ribereño, incluido su mar territorial, éste y los Estados de abanderamiento deberán notificarse mutuamente este hecho y notificarlo posteriormente a otros Estados que tengan intereses de consideración, tan pronto como sea razonablemente viable.
- La notificación de este hecho comprenderá los siguientes aspectos:
 - Nombre del buque implicado y del Estado de abanderamiento.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

- Número IMO.
 - Naturaleza del siniestro marítimo.
 - Lugar en que ocurrió.
 - Fecha y hora en que sucedió el siniestro marítimo.
 - Número de personas muertas o gravemente heridas.
 - Consecuencias del siniestro marítimo para las personas y los bienes a bordo, así como para el medio ambiente.
 - Identificación de cualquier otro buque involucrado en el incidente.
- Se llevará a cabo una investigación sobre seguridad marítima respecto de cada siniestro muy grave acaecido en el mar, siendo responsable el Estado de abanderamiento.
 - Entre el Estado de abanderamiento y cualquier otro Estado que tenga intereses de consideración se tendrá que lograr el acuerdo pertinente para llevar a cabo una investigación sobre seguridad humana.

5.2.6 SEXTA CONSULTA: ¿Procede hacer referencia a otras normas obligatorias en relación al comportamiento de los Estados afectados?

El Código de Investigación de Siniestros contempla otras normas obligatorias, bajo las siguientes especificaciones:

- A través de normas nacionales, todos los Estados velarán para que los investigadores estén facultados para subir a bordo de un buque, hacer preguntas al capitán y a la tripulación, etc.
- Son posibles investigaciones paralelas, de tal suerte que, además del Estado responsable de la investigación, otro con intereses lleve a cabo una segunda investigación.
- Todos los Estados con intereses de consideración han de cooperar en la medida de lo posible con el Estado responsable de la investigación sobre seguridad marítima. >
- Los investigadores designados por el Estado responsable deben actuar de forma imparcial y objetiva, de tal suerte que, al elevar un informe, no debe mediar injerencia alguna de otras personas u organizaciones.
- En las investigaciones los testimonios de la gente del mar son importantes; por ello, se requerirá que gente de mar, es decir, del buque emita sus consideraciones.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

- El Estado responsable de la investigación sobre seguridad marítima enviará una copia del proyecto de informe a un Estado con intereses de consideración para que éste pueda aportar sus observaciones en un plazo de 30 días o en el período acordado.

Sobre el informe de investigación que se tiene que realizar en caso de siniestro o suceso marítimo, cabe señalar dos pautas esenciales:

- El Estado responsable de la investigación presentará a la Organización Marítima Internacional la versión final del informe de cada pesquisa sobre seguridad realizada acerca de un siniestro muy grave.
- Cuando se trate de un siniestro o suceso marítimo que no sea muy grave, se elaborará un informe acerca de una investigación efectuada con el fin de evitar o reducir la gravedad de estos percances en el futuro.

5.3 NORMAS SOBRE INVESTIGACIONES DE SINIESTROS O SUCESOS

En la investigación de siniestros marítimos, es necesario poner de relieve las normas que deben presidir las investigaciones de siniestros o sucesos marítimos. Junto a las responsabilidades administrativas en la aplicación de las prácticas recomendadas, hay que hacer referencia a los principios en que debe fundamentarse la investigación para ser eficaz.

Los Estados implicados tienen que, a su vez, llegar a un acuerdo de actuaciones para acortar los tiempos empleados y generar la elaboración de un proyecto de informe e informe final adecuado.

5.3.1 PRIMERA CONSULTA: ¿El Código contempla responsabilidades administrativas respecto a las prácticas recomendadas en seguridad de siniestros y sucesos marítimos?

La respuesta es afirmativa. En el desarrollo de la investigación de los aspectos de seguridad de los siniestros y sucesos marítimos deben considerarse las siguientes obligaciones y responsabilidades administrativas:

- Los Estados programarán actividades para que la autoridad destinada a la investigación sobre seguridad marítima tenga a su disposición recursos materiales y financieros suficientes y personal debidamente cualificado.
- Los investigadores que participen en una investigación sobre seguridad marítima deben ser designados teniendo en cuenta su formación.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

- En situaciones especiales es posible la contratación de investigadores con formación especializada o acudir a consultores que aporten asesoramiento especializado sobre algún aspecto de una investigación de seguridad marítima.
- Toda persona que participe como investigador en una indagación sobre seguridad marítima o que preste asistencia en la misma debe estar obligada a actuar de conformidad con el presente código.

5.3.2 SEGUNDA CONSULTA: ¿Qué bases o principios de investigación de los siniestros o sucesos han de garantizar la eficacia de la citada investigación?

- **Independencia.** La investigación sobre seguridad marítima deberá ser imparcial a fin de garantizar el libre flujo de información.
- **Propósito de seguridad.** Los investigadores sobre la seguridad marítima ante un siniestro deberán detectar la totalidad de los factores causales, sin determinar responsabilidades ni asignar culpas.
- **Cooperación.** Los Estados responsables de la investigación sobre seguridad marítima deben cooperar entre sí y, a ser posible, también con Estados con intereses de consideración.
- **Prioridad.** Las investigaciones sobre seguridad marítima tendrán prioridad o la misma que otros escrutinios, incluidos las de carácter penal, teniendo acceso a las correspondientes pruebas, entre las que estarían:
 - Las inspecciones y otros registros en poder de los Estados de abanderamiento, propietarios y sociedades de clasificación.
 - Todos los datos registrados, incluidos los de los registradores de datos de la travesía.
 - Las pruebas que pueden ser facilitadas por los inspectores gubernamentales, los funcionarios de los servicios de guardacostas, los operadores de los servicios de tráfico marítimo, los prácticos y otro personal marítimo.
- **Alcance.** Comprende la identificación correcta de los factores causales mediante una investigación metódica sin demora, que contemple las pruebas inmediatas, así como las causas subyacentes que pueden encontrarse en lugares distantes del sitio en que

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

ha ocurrido el siniestro o suceso marítimo, y que pueden causar otros incidentes en el futuro.

5.3.3 TERCERA CONSULTA: ¿En la investigación de los siniestros y sucesos marítimos deberán seguirse las prácticas recomendadas?

- El Estado de abanderamiento de un buque implicado en un siniestro o suceso marítimo debe llevar a cabo una investigación sobre seguridad marítima, cuando considere que la misma puede utilizarse para evitar percances en el futuro.
- En la investigación de siniestros se procurará el acuerdo y cooperación entre el Estado o Estados responsables de la investigación sobre seguridad marítima por lo que respecta a un siniestro marítimo. Cuando se trate de un suceso marítimo, se seguirán las prácticas recomendadas.

5.3.4 CUARTA CONSULTA: ¿Qué factores deberán tener en cuenta los Estados implicados para llegar a un acuerdo?

Para llegar a un acuerdo de investigación, un Estado de abanderamiento, uno ribereño u otros con intereses de consideración deben tener en cuenta los siguientes factores:

- Si el siniestro o suceso marítimo ocurrió en el territorio, incluido el mar territorial, de un Estado.
- Si el buque o los buques involucrados en el siniestro o suceso marítimo ocurrido en alta mar o en la zona económica exclusiva navegaron a continuación hacia el mar territorial de un Estado.
- Los recursos y compromisos que se requieren del Estado de abanderamiento y de otros Estados con intereses de consideración.
- El alcance que pueda tener la investigación sobre seguridad marítima y la capacidad del Estado de abanderamiento u otro Estado con intereses de consideración para hacerse cargo de la investigación.
- La necesidad de que los investigadores a cargo de una investigación sobre seguridad marítima tengan acceso a las pruebas y la determinación del Estado que esté en mejores condiciones para facilitar dicho acceso a las pruebas.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

- Cualquier efecto adverso percibido o real del siniestro o suceso marítimo en otros Estados.
- La nacionalidad de la tripulación, los pasajeros y otras personas afectadas por el siniestro o suceso marítimo.

5.3.5 QUINTA CONSULTA: ¿Qué contenido debe tener el proyecto de informe y el informe final?

- Los informes de una investigación sobre seguridad marítima tiene que durar el mínimo tiempo posible.
- El Estado responsable de la investigación sobre seguridad marítima debe enviar una copia del proyecto de informe a las partes interesadas para que presenten observaciones, salvo que no existan garantías de respeto a la confidencialidad.
- El Estado responsable de la investigación sobre seguridad marítima otorgará a la parte interesada 30 días u otro plazo acordado para presentar sus informaciones acerca del informe de investigación.
- El Estado responsable sobre seguridad marítima debe examinar tales observaciones antes de elaborar el informe final de la investigación.
- En cualquier fase de la investigación se podrá recomendar la adopción de medidas provisionales de seguridad.

De acuerdo con lo previsto en el Código hay que indicar que los Estados responsables podrán reabrir las investigaciones cuando se presenten nuevas pruebas que puedan alterar sustancialmente el análisis y las conclusiones alcanzadas. Finalizada esta fase de observaciones, se elaborará el informe final que será remitido a las partes interesadas, es decir, al Estado o Estados responsables de la investigación.

Como conclusión hay que afirmar que los Estados deberán dictar sus propias medidas de regulación de los accidentes e incidentes marítimos teniendo en cuenta los criterios marcados por esta normativa denominada código de normas internacionales y prácticas recomendadas para la investigación de los aspectos de seguridad de siniestros y sucesos marítimos

5.4 ANÁLISIS DE SINIESTROS Y/O SUCESOS

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Entre septiembre de 2008 y abril de 2014, la Comisión de Investigación de Siniestros Marítimos (CIAIM) abrió un total de 217 investigaciones de seguridad. De ellas, 78 corresponden a abordajes, colisiones y embarrancadas, lo que supone el 36% de los accidentes investigados. Estos 78 accidentes produjeron el fallecimiento o la desaparición de 491 personas y el hundimiento de 31 buques y embarcaciones. El número de heridos graves y leves, así como la cuantía de los daños materiales y la contaminación en estos accidentes es de difícil cuantificación. Los abordajes, embarrancadas y colisiones no investigados por su nula o escasa gravedad asciende casi al centenar.

La causa más frecuente de estos accidentes es la inobservancia de las reglas del **Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes, 1972 (RIPA)** por parte de las tripulaciones de los buques.

RIPA es la norma básica que debe seguir un buque para navegar con seguridad evitando abordajes, embarrancadas o colisiones. Este Reglamento es parte del respectivo convenio de la Organización Marítima Internacional (OMI) y es de obligatoria aplicación a prácticamente todos los buques y embarcaciones en todos los mares del mundo. Entre las prescripciones del RIPA destacan las relativas a:

- La responsabilidad del armador, capitán y dotación.
- La vigilancia eficaz y la velocidad de seguridad.
- La conducta de los buques:
 - en cualquier condición de visibilidad,
 - cuando se encuentren a la vista uno del otro,
 - en condiciones de visibilidad reducida

- Las luces y marcas que deben exhibir los buques.
- Las señales acústicas y luminosas que deben emitir los buques.
- Las posibles exenciones.

El RIPA establece obligaciones de vigilancia a bordo y de velocidad del buque, por lo que no sólo es eficaz para prevenir los abordajes, sino también las colisiones (impactos de buques contra objetos fijos) y las embarrancadas. Si se mantiene a bordo una vigilancia eficaz visual y auditiva, se usan todos los medios disponibles y se controla la velocidad, tal y como exige el RIPA, se reducirá el riesgo de abordaje y también el de colisionar o embarrancar.

El examen de los incumplimientos del RIPA muestra una realidad preocupante, al encontrarse con frecuencia las siguientes situaciones:

- Desconocimiento amplio del RIPA por parte de los responsables de la guardia de navegación, a pesar de ser titulares de los títulos profesionales y certificados exigidos.
- Incorrectas interpretaciones de preceptos del RIPA.
- Exceso de confianza en maniobras, entradas a puerto, o en condiciones de visibilidad reducida.
- Posponer las inmediatas obligaciones del RIPA frente a otras obligaciones a bordo.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

- Hacer caso omiso de preceptos específicos del RIPA.
- Desatender la guardia de navegación para realizar otros trabajos a bordo, justificando por la supuesta tripulación reducida.
- En ciertos pesqueros, navegar de regreso a puerto a toda máquina con piloto en automático y sin vigilancia en el puente, para no llegar después de la hora estipulada.
- Flagrantes faltas de vigilancia en el puente, que inducen poderosamente a pensar que nadie iba en el puente atento a la navegación.

A continuación, debido al incumplimiento de RIPA se presentan unos ejemplos accidentes los cuales han llevado consigo pérdida de vidas, heridos, y pérdida de buques. En todos los casos se han producido daños y gastos, y a veces agresiones al medio ambiente marino por contaminación.

Los informes completos de estos accidentes pueden verse por su número y nombre en el sitio web de la CIAIM.

Informe 04/2009	ESTRELLA DE JOAQUIM - MAX	
Informe 03/2010	LLUNA - PRINCESS	
Informe 06/2010	GERMAN PERIS - BLANCA B	
Informe 11/2010	MAR DE AGUIÑO - CIMA y VAL BEN	(Un herido grave)
Informe 21/2011	GERMANS GIL - LILLI II	(Un buque hundido)
Informe 30/2011	ANCHOUSA - PLAYA DAS DUNAS	
Informe 33/2011	EL GALAN - MAYKOP	
Informe 36/2011	RIO HUELVA UNO – PEIXMAR TREINTA	(Un buque hundido)
Informe 44/2011	MOTXO	(Un buque perdido)
Informe 09/2012	MONTDUVER – GARCIA DEL CID	
Informe 13/2012	ESTESKY - TABAR	(Un fallecido; un buque hundido)
Informe 27/2012	OLIVIA - FARO DE ONS	
Informe 30/2012	MILENIUM DOS - NEW GLORY	
Informe 32/2012	PILOTO UNO - UNION VAZQUEZ BLANCO	
Informe 33/2012	NORDIC STANI - PRACTICOS AROSA DOS	(Un fallecido)
Informe 36/2012	SIGAS ETRICK - ABUELA MARIANA	
Informe 38/2012	MAVERICK DOS	
Informe 06/2013	STOLT SPRAY – MI MONTSE	
Informe 14/2013	SIERRA LARA-MARTINEZ SEGUNDO	
Informe 16/2013	SERVIOLA UNO	(Un fallecido; un buque hundido)
Informe 34/2013	SOY DEL MAR	(Un buque hundido)
Informe 01/2014	PIRINGUELA - RONCUDO PRIMERO	(Un buque hundido)
Informe 03/2014	CISNE II	(Un buque hundido)
Informe 07/2014	LAUDIO	(Un buque perdido)
Informe 09/2014	SAN BENITO – FLIPPER I	(Un buque hundido)
Informe 10/2014	NUEVO MUGARDOS	

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Debido a esto, procede dar amplia difusión de esta realidad entre autoridades competentes, organizaciones, entidades, asociaciones, centros de formación marítima, aseguradoras, empresas públicas y privadas del sector marítimo y demás agentes relacionados con la navegación, subrayando e insistiendo en los reiterados incumplimientos del RIPA hallados y de las graves consecuencias que tales incumplimientos acarrearán.

En esta consideración, la Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM), recomienda e insta a toda la gente mar, particularmente los capitanes, oficiales de puente, patrones y encargados de las guardias de navegación a bordo, a que:

- Apliquen estrictamente el RIPA a bordo.
- Abandonen toda otra actividad a bordo que distraiga u obstaculice el cumplimiento preciso del RIPA.

Al mismo tiempo, la CIAIM recomienda e insta a:

- Los responsables de la formación marítima, particularmente los que enseñan el RIPA en los centros de formación marítima,
- Los armadores y operadores de toda clase de buques y embarcaciones,
- Los responsables de organizaciones empresariales, gremiales, sindicales, de los ámbitos marítimos, mercante, pesquero y de recreo,
- Los prácticos y demás personas de asistencia a los buques,
- Las Autoridades que velan por la seguridad marítima, en sus varios niveles, y en los ámbitos de marina mercante, de pesca y de recreo,

En todas las oportunidades que en el desarrollo de sus actividades surjan, para que resalten las repetidas consecuencias de incumplir el RIPA:

- víctimas, daños, gastos, contaminación,
- Insistan, conciencien y sensibilicen a los profesionales de la mar que proceda, sobre la importancia de conocer el RIPA en profundidad y aplicarlo,
- Mentalicen que el estricto cumplimiento del RIPA es el medio más directo para evitar víctimas, daños, gastos y contaminación,
- Denuncien y sancionen, de acuerdo con la normativa, las infracciones por incumplimientos del RIPA

Nada se descubre cuando se dice que la marina mercante es una de las profesiones más peligrosas y muchos son los avances que se han producido tanto técnicos como de convenciones para evitar los accidentes marítimos.

Historialmente se puede ver cuál ha sido la evolución y mejoras que se han ido produciendo desde el siglo pasado hasta nuestros días para mejorar la seguridad.

La siguiente lista refleja las soluciones que se han ido produciendo con el fin de una navegación más segura.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

- 1914: Nace el primer Convenio SOLAS que establece los primeros estándares para la seguridad marítima en respuesta a la catástrofe del Titanic.
- 1922: Ecosonda permite conocer la profundidad bajo quilla.
- 1930. Se crea la Primera Convención Líneas de Carga que establece las primeras normas referentes a la carga y estabilidad que deben cumplir los buques.
- 1944. Se generaliza el uso del DECCA que permite tener una posición precisa, correcta y continua desde una distancia de 400 millas de la costa.
- Los años 60. Se generaliza el uso del VHF lo que permite una comunicación eficiente tanto buque-tierra como buque-buque.
- 1965. Se hace obligatorio el uso del Radar en todos los buques por requerimiento de la Convención SOLAS Capítulo V, de 1960.
- 1967. Se empieza a usar en los buques, el Transit Sat Nav System que fue el primer instrumento que daba posiciones regulares del buque basándose en el paso de los satélites.
- 1969. Se introduce el uso del Automatic Radar Plotting Aid (ARPA) que se hace obligatorio en 1989. Resolución OMI A. 823(19) adoptada 23/Noviembre/1995.
- 1972. Se establece el Primer Convenio Para Prevenir los Accidentes en la mar dando las reglas que han de seguir los buques en navegación.
- 1973. Se crea el primer Convenio Internacional para Prevenir la contaminación Marina MARPOL.
- 1978. Se establecen los requerimientos básicos de certificación que han de poseer los tripulantes (STCW).
- 1993. OMI establece las directrices para operaciones seguras de los buques el denominado ISM Code.
- 1994. El sistema de posicionamiento global es totalmente operacional y se generaliza su uso en los buques.
- 1999. Se hace obligatorio Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS) estableciendo protocolos para los buques en peligro y escenarios de rescate.
- 2000. Se adoptan las enmiendas al SOLAS necesarias para obligar a los buques de nueva construcción a llevar el Vologage Data Record VDR, también llamado Caja Negra.
- 2012. Empieza a ser obligatorio el uso del Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) que proporciona un posicionamiento continuo e información de la navegación.

Es un hecho que la navegación ha variado mucho tanto técnicamente como normativamente y todas estas mejoras junto con otras como la información, normas y

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

medidas de seguridad cuando se analizan y aplican adecuadamente, debieran reducir tanto la frecuencia como la gravedad de los accidentes marítimos. Sin embargo el número de accidentes no ha disminuido sensiblemente.

Los medios para que los buques y sus operaciones sean cada vez más seguros ya se han establecido, pero la realidad demuestra que no son lo suficientemente efectivos, bien porque son demasiados cambios en poco tiempo, bien porque se necesita más tiempo para su implantación y para poder evaluar la efectividad de todas las mejoras introducidas. El caso es que los resultados no se ven y el factor humano se sigue viendo como la causa mayor de los accidentes.

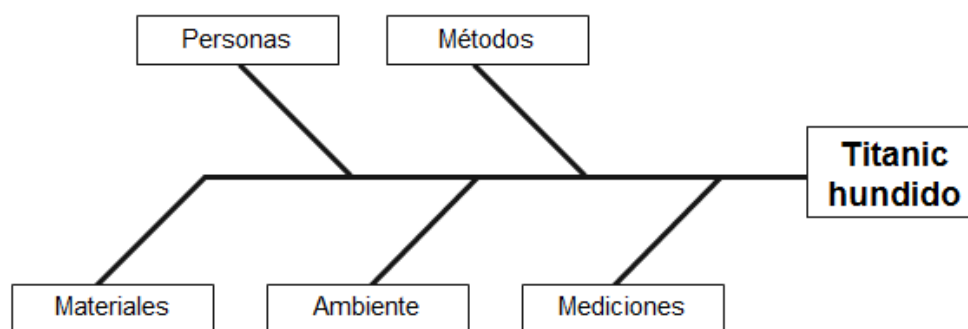
5.5 MÉTODOS DE ANÁLISIS

Para poder poner remedio, analizar, evitar o disminuir las posibilidades de que vuelvan a ocurrir accidentes, se deben identificar los problemas de forma minuciosa y efectiva mediante tres pasos: ¿cuál es el problema?, ¿por qué ocurrió?, ¿Qué se puede hacer?

A mediados del siglo pasado en Japón, Kaurou Ishikawa se convirtió en uno de los primeros en tratar de mostrar visualmente las causas de un problema.

Su **espina de pescado** (o “**Diagrama de Ishikawa**”) ayudó a capturar visualmente las posibles causas de un problema, y con el pasar del tiempo se convirtió en una herramienta estándar de los programas corporativos de calidad y proyectos de Six-Sigma.

Éste inicia con un problema, luego identifica posibles causas agrupándolas por categorías distintas que se ramifican como los huesos de un pez. Sus categorías incluyen típicamente Materiales, Métodos, Máquinas, Mediciones, Ambiente y Personas, pero pueden modificarse para coincidir mejor con un tema particular.



Por otro lado, antes de que terminara el siglo nació el enfoque **Cause Mapping** (o **Mapeo de Causas**), una herramienta mejorada que captura los problemas y sus soluciones en forma visual, ampliando algunas de las ideas básicas del diagrama de espina de pescado para obtener un análisis causa/efecto más clara, más exacta y más específica.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Existen cinco diferencias fundamentales (una de forma, cuatro de fondo) que distinguen a **Cause Mapping** del **Diagrama de espina de pescado** y cada una de ellas ayuda a hacer que el proceso de investigación sea mucho más efectivo.

Realizando un estudio sobre estos métodos se pueden diferenciar en:

- **Construir el Análisis de Izquierda a Derecha**

Dado que el lenguaje tradicional japonés se lee de derecha a izquierda a lo largo de una página, la espina de pescado se inicia con un problema a la derecha y se construye a lo largo de la página moviéndose hacia la izquierda.



Teniendo en cuenta la forma en que se lee en Occidente, un Mapa de Causas se comienza a construir de izquierda a derecha.

En ambos casos, tanto en el espina de pescado como en el Mapa de Causas, los investigadores preguntan “por qué” y se mueven hacia atrás a través del tiempo, estudiando los efectos y sus causas.



Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

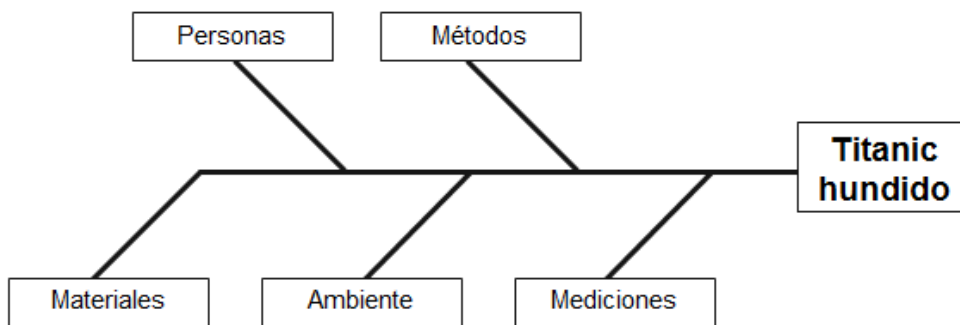
Esto distingue al Mapa de Causas del Mapa de Procesos, que se mueve hacia adelante a través del tiempo con flechas apuntando de izquierda a derecha, pues el proceso implica realizar el paso uno, luego el paso dos, etc.

Proceso



- **Asociar los Problemas con las Metas de la Organización**

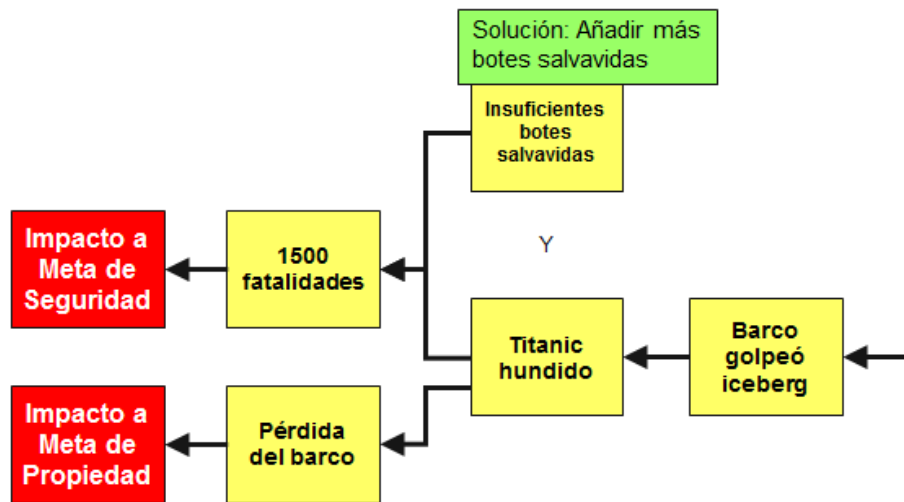
La espina de pescado define un problema y encuentra causas.



Cause Mapping reconoce que los problemas normalmente no son tan simples. En primer lugar, sólo trata de definir un problema con la pregunta “¿Cuál es el problema?” Esa pregunta puede crear desacuerdo importante en cualquier organización, con respuestas que varían mucho en función de la perspectiva de cada persona. Lo que algunos ven como un problema, otros pueden verlo sólo como un síntoma de un problema más grande y significativo.

Iniciar una investigación con un único problema no refleja la naturaleza de un incidente.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.



Cause Mapping define los problemas en el contexto de las metas globales de la organización, por lo que todo el mundo dentro del grupo comparte la misma perspectiva.

Existe la diferencia que en un único problema no se refleja cómo el incidente afectó dichas metas, por otra parte, al definir un incidente por la forma en que éste se desvía de las metas ofrece al grupo un terreno común para iniciar cualquier investigación.

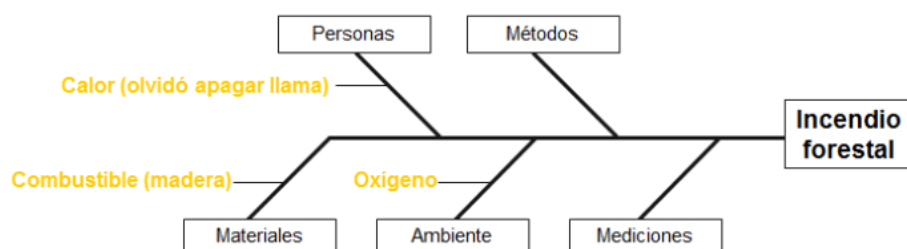
- **Enfocarse en Relaciones Causa-Efecto, no en Categorías**

Un análisis descompone algo en sus partes constitutivas; analizar un incidente implica descomponerlo para encontrar sus partes constitutivas (sus causas).

El diagrama de espina de pescado agrupa causas similares en categorías: Métodos, Máquinas, Materiales, etc. Dicha categorización, sin embargo, crea generalizaciones y esto en sí, representa un polo opuesto a un análisis. La agrupación de las posibles causas de un incidente por categoría no muestra las relaciones de causa y efecto.

Las categorías de un espina de pescado simplemente crean un directorio de “páginas amarillas” de causas, no un mapa que detalla cómo las causas y los efectos se relacionan entre sí.

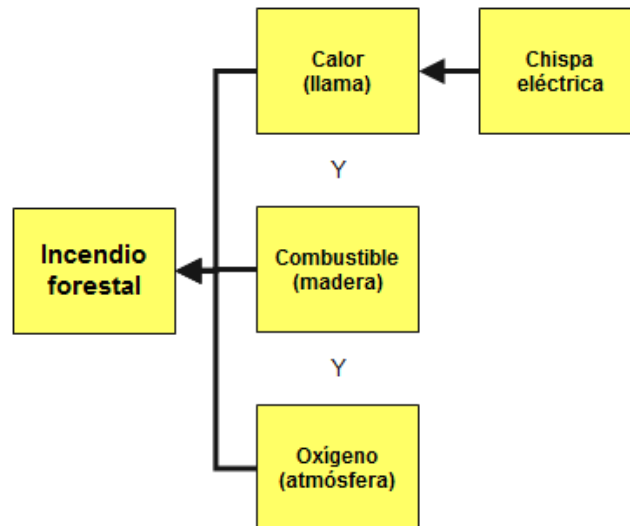
Por ejemplo, la falta de entrenamiento agrupada bajo “Personas” puede hacer que una persona cometa un error que da como resultado una falla en el equipo, agrupada bajo “Máquinas”.



Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Sin embargo, los detalles específicos son la base de cualquier investigación, desde la escena de un crimen hasta problemas de mantenimiento con las máquinas en una planta, y un análisis a fondo debería ayudar a descubrir esos detalles.

El Mapa de Causas organiza estos detalles visualmente en las cajas de “efecto” a la izquierda seguido de una “causa” a su derecha; dicha causa, a su vez, representa un efecto de otra causa, que de nuevo se coloca a la derecha. Por esta razón, cada cuadro en un Mapa de Causas puede ser visto tanto como un efecto como una causa a la vez.



La energía que impulsa el Mapa de Causas es la pregunta “¿por qué?”, pues ésta vincula una cadena de eventos.

Un investigador pregunta por qué se produjo un evento y la respuesta identificará por lo menos una causa de tal efecto; preguntar “¿por qué?” esa causa que ocurrió la convierte en un efecto y se identifican causas adicionales a medida que se avanza en la cadena de eventos.

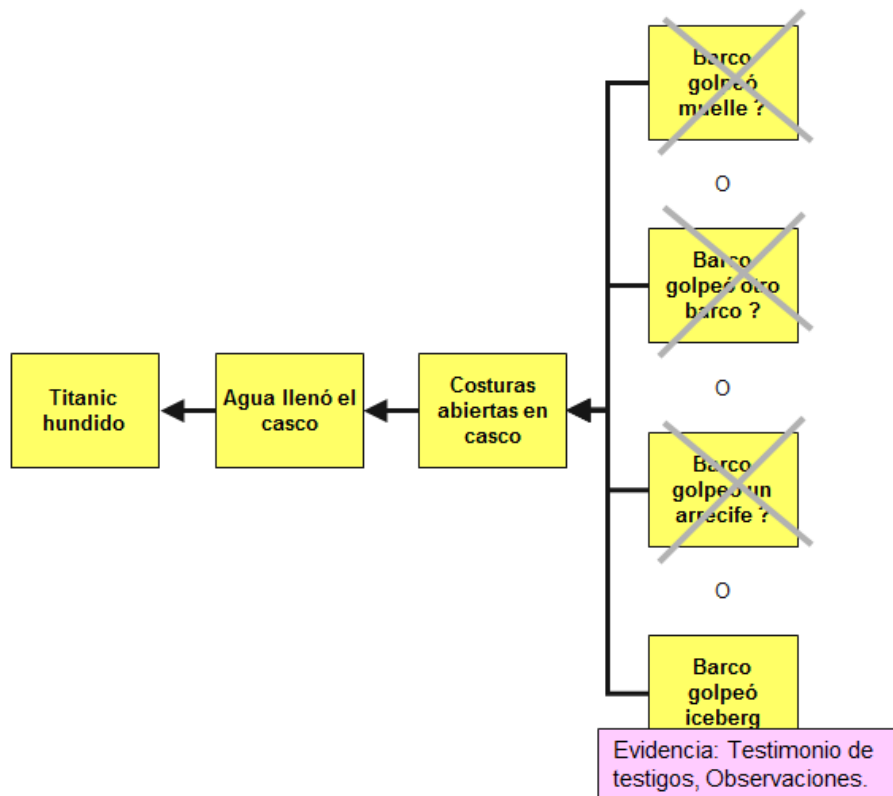
La relación entre las causas es más importante que la categoría en que las causas encajan. Al igual que un mapa topográfico debe reflejar el terreno real, un Mapa de Causas debe reflejar el incidente real.

- **Respaldar las Causas con Evidencia**

El método de espina de pescado regularmente identifica las posibles causas, lo cual favorece la especulación.

El Mapa de Causas, por otro lado, enfoca su análisis en causas respaldadas con evidencia. Las causas producen efectos; cualquier cosa requerida para producir un efecto es, por definición, una causa de ese efecto. El calor, combustible y oxígeno, al interactuar juntos, “causan” fuego.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.



Las causas están respaldadas por evidencia, mientras que las posibles causas carecen de dicha evidencia. Durante el análisis de un evento pasado, los investigadores pueden encontrar posibles causas, identificándolas a lo largo del Mapa de Causas. Pero éstas, son identificadas y tratadas como tales, claramente distinguibles del enfoque principal de un Mapa de Causas: causas respaldadas con evidencia. Esto tiene sentido, ya que cualquier incidente pasado sólo tiene causas reales, no posibles.

- **Usar Pensamiento Sistémico**

¿Qué parte de un automóvil se requiere para que funcione: el motor, la transmisión, la batería, el conductor, el volante, los neumáticos, los frenos o el combustible? Todos ellos, por supuesto, porque todos estos elementos funcionan como un sistema; elimine uno de estos elementos y el sistema no funcionará de la manera que debería.

De la misma forma, un problema no puede presentarse si todas sus causas no actúan como un sistema, a eso nos referimos con pensamiento sistémico. El Mapa de Causas no busca *una sola* respuesta, o *la causa*, sino que analiza cómo los elementos y sistemas se unen para crear un incidente. También ayuda a explicar por qué hay tantos desacuerdos cuando las personas tratan de identificar “la causa” de un incidente. De hecho, la mayoría de las organizaciones se enfocan en *una sola causa* y no ven el incidente como un sistema.

Para ilustrar el pensamiento sistémico, considere uno de los incidentes más devastadores y técnicamente complejos de principios del siglo 20: el hundimiento del Titanic.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre.

Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

Si Usted pregunta a un grupo de personas:

- ¿por qué se hundió el Titanic? es probable que reciba varias respuestas: el barco chocó contra un iceberg; el casco se llenó de agua; el acero fue débil; o el buque iba demasiado rápido.
- ¿Para que el Titanic se hundiera cuál de estas causas *fue requerida*? Todas ellas lo fueron.
- ¿Por qué? Es debido a que el desastre del Titanic se produjo como un sistema.

Un sistema requiere *todas* sus partes, y un incidente requiere *todas* sus causas. Si bien muchos piensan que la causa raíz es un único elemento en el Análisis Causa Raíz, la raíz real es, de hecho, un *sistema* de causas. Este enfoque por sistemas muestra que todo efecto tiene causas (en plural), y también permite que cualquier incidente sea visto con mayor precisión en múltiples niveles de detalle.



Muchas personas se centran en un sólo elemento como causa de un incidente, puede llevar consigo desacuerdo innecesario y pueden acabar como debate y discusión. A diferencia del diagrama de espina de pescado, Cause Mapping pone primer lugar el uso de pensamiento sistémico para mostrar claramente cómo los sistemas de causas trabajan juntos al crear los problemas que hacen desviar a la organización de sus metas trazadas.

El propósito de la investigación es encontrar las mejores soluciones para evitar que un incidente se produzca. Un Mapa de Causas ayuda a alcanzar este ideal al esquematizar de manera eficiente (en un mapa) las metas de la organización, los problemas y los sistemas de causas respaldadas con evidencia.

5.5.1 Análisis de Accidentes Marítimos mediante Cause Mapping

- Derrame de crudo del VALDEZ.
- Crucero encallado COSTA CONCORDIA.
- Colisión, hundimiento y fallecimiento de un tripulante en el pesquero SERVIOLA UNO.
- Accidente Rotura Manguera de descargue en Petrolero MAR VICTORIA.

Equipos y Servicios para Fondeo y Amarre. Mapa de Causas para accidentes Marítimos.

- Fallecimiento de un tripulante al hacer su trabajo en Petrolero TOLEDO SPIRIT.

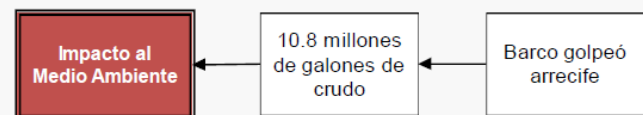
1 Problema

Paso 1. Definir el problema

Qué	Problema(s)	VALDEZ atascado, derrame de crudo, error navegacional
Cuándo	Fecha	Marzo 24, 1989
	Hora	12:09 a.m.
	Diferente, inusual	Icebergs en rutas de navegación
Dónde	Ubicación física	Prince William Sound cerca de Valdez, Alaska
	Trabajo desarrollado	Transportando crudo
Impacto a las metas		
Medio Ambiente	258,000 barriles de crudo derramados (10.8M galones)	
	Costo de limpieza	\$2,200,000,000
Comunidad	Liquidación de daños y penalidades	\$1,500,000,000
Activos	Daños al barco	\$25,000,000
	Carga perdida	\$3,400,000
	Total	\$3,728,400,000

2 Análisis

Mapa de Causas Básico - Inicie con simples preguntas Por qué. Causa-Efecto Básico



Poco después de medianoche el 24 de marzo de 1989, el VALDEZ, transportando crudo desde Alaska hasta California, golpeó el arrecife Bligh. El daño a la nave permitió que 258,000 barriles (10.8 millones de galones) de crudo fueran derramados en Prince William Sound, siendo el derrame de petróleo ecológicamente más



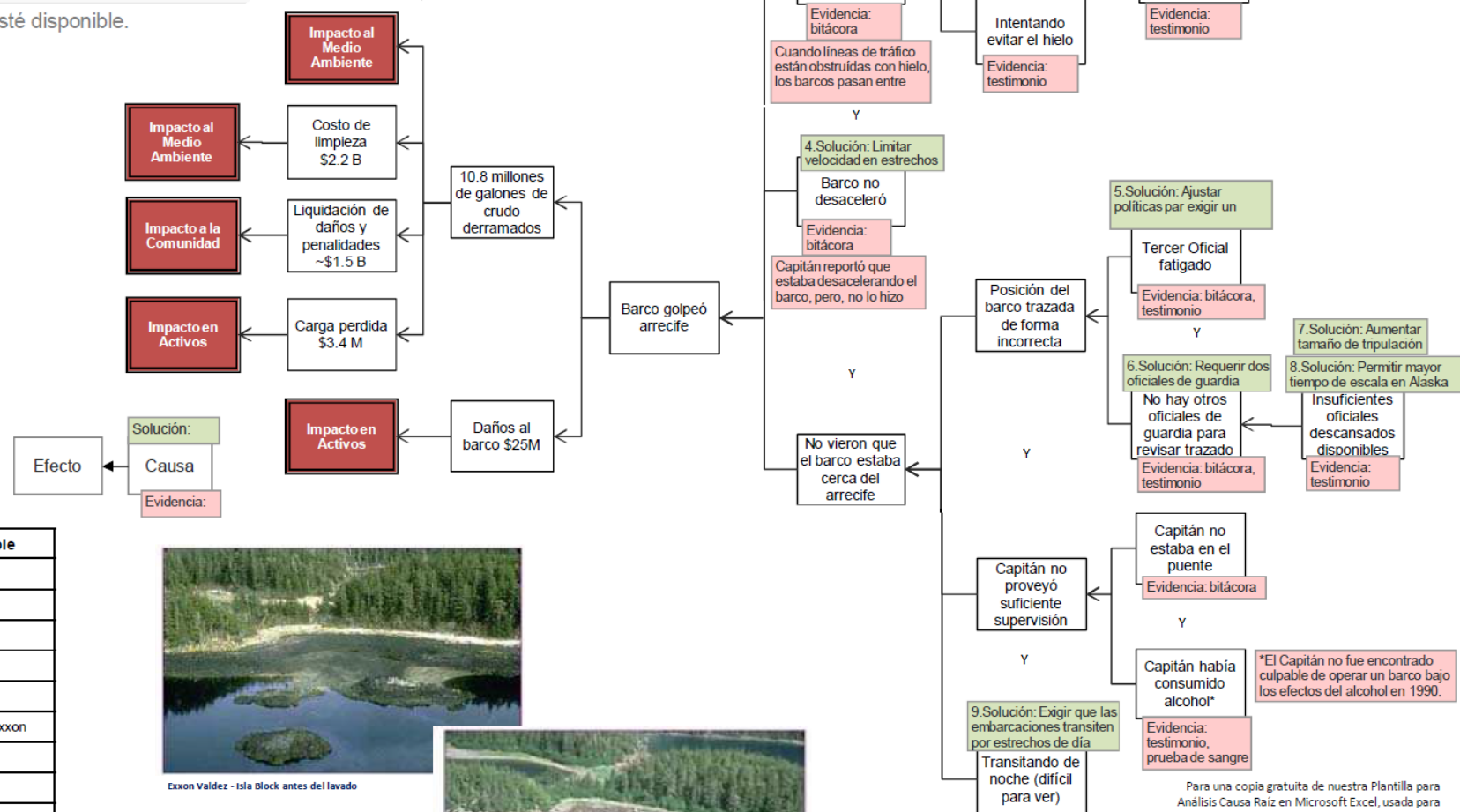
Exxon Valdez - atascado en el arrecife Bligh

Mapa de Causas Detallado - Añada detalle a medida que la información esté disponible.

El VALDEZ se desplazaba "a toda marcha" fuera de las vías normales de tráfico en Prince William Sound cuando golpeó el arrecife Bligh. La tripulación del VALDEZ sintió que era necesario viajar fuera de las vías normales de circulación para evitar alcanzar el hielo. Adicionalmente, el Centro de Tráfico Marino de la Guardia Costera no suministró al VALDEZ ninguna advertencia sobre estar fuera de las líneas de circulación, ya que había perdido el barco en el radar y no siguió los procedimientos para un barco fuera de dichas líneas.

El Tercer Oficial, quien era el único responsable de la guardia de navegación, trazó la posición del barco de forma incorrecta, posiblemente debido a la fatiga. Debido a que ninguno de los miembros de la tripulación estaban disponibles (el Capitán no estaba en el puente y estuvo consumiendo alcohol), el trazado del Tercer Oficial y la navegación estaba sin revisar. Debido a que el barco estaba transitando por la noche, el trazado incorrecto resultó ser desastroso.

Se desconoce por qué el barco seguía transitando "a toda marcha" durante un período de difícil navegación. Pero es evidente que la tripulación del VALDEZ estaba fatigada, lo cual ha demostrado que conduce a dificultades para realizar tareas



Exxon Valdez - Isla Block antes del lavado

Fotos del NOAA's Oficina del Servicio Oceánico Nacional de Respuesta y Restauración



Exxon Valdez - Isla Block después del lavado

3 Soluciones

No.	Solución	Causa	Responsable
1	Modificar rutas	Barco fuera de líneas normales de tráfico	Guardia Costera
2	Dar aviso cuando los barcos estén fuera de los límites	No hubo advertencia del Centro de Tráfico Marino	Guardia Costera
3	Añadir sitios de radar	Centro de Tráfico Marino pierde contacto por radar	Guardia Costera
4	Limitar velocidad en estrechos	Barco no desaceleró	Guardia Costera
5	Ajustar políticas par exigir un descanso adecuado	Tercer oficial fatigado	Exxon
6	Requerir dos oficiales de guardia	No hay otros oficiales de guardia para revisar trazado	Guardia Costera, Exxon
7	Aumentar el tamaño de tripulación	Insuficientes oficiales descansados disponibles	Exxon
8	Permitir mayor tiempo de escala en Alaska	Insuficientes oficiales descansados disponibles	Guardia Costera
9	Exigir que las embarcaciones transiten por estrechos de día	Transitando de noche (difícil para ver)	Guardia Costera, Exxon

DERRAME DE CRUDO DEL VALDEZ

Cause Map

Errores agravados por la fatiga

Las personas cometen más errores cuando están fatigadas. Si una tripulación entera está fatigada, pueden combinarse los errores hasta convertirse en un desastre. Este círculo vicioso sólo puede ser detenido mediante políticas que aseguren a los miembros de la tripulación descansar lo suficiente para ejercer sus funciones.

El Mayor Desastre Ecológico por Crudo en Norte América

Cause Mapping es un método de Análisis Causa Raíz que captura las relaciones causa-efecto básicas soportadas con evidencia.

CAUSE MAPPING

Solución de Problemas • Investigación de Incidentes • Análisis Causa Raíz

- Paso 1 Problema** ¿Qué es el problema?
- Paso 2 Análisis** ¿Por qué ocurrió?
- Paso 3 Soluciones** ¿Qué se hará?

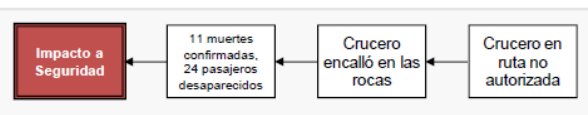
1 Definición del Problema

Qué	Problema(s)	Crucero se hunde parcialmente
Cuándo	Fecha	Enero 13, 2012
Dónde	Diferente, inusual	Capitán sacó crucero del curso; nave muy inclinada, previniendo el despliegue de los botes salvavidas
	Estado, ciudad	Frente a la costa de Italia, frente a la isla de Giglio
	Unidad, área, equipo	Costa Concordia
	Tarea desarrollada	Crucero desviado hacia ruta no autorizada

Impacto a las Metas	
Seguridad	11 muertes confirmadas, 24 pasajeros desaparecidos
Medio Ambiente	Potencial derrame de combustible
Servicio al Cliente	Evacuación del crucero
Producción	Indisponibilidad del crucero
	USD 85-95 millones
	?
Activos	Crucero dañado
	~USD 575 millones
Mano de obra	Esfuerzos de rescate y recuperación
	?
Este incidente > USD 650 millones	

Costa Concordia

2 Análisis Mapa de Causas Básico



Mapa de Causas

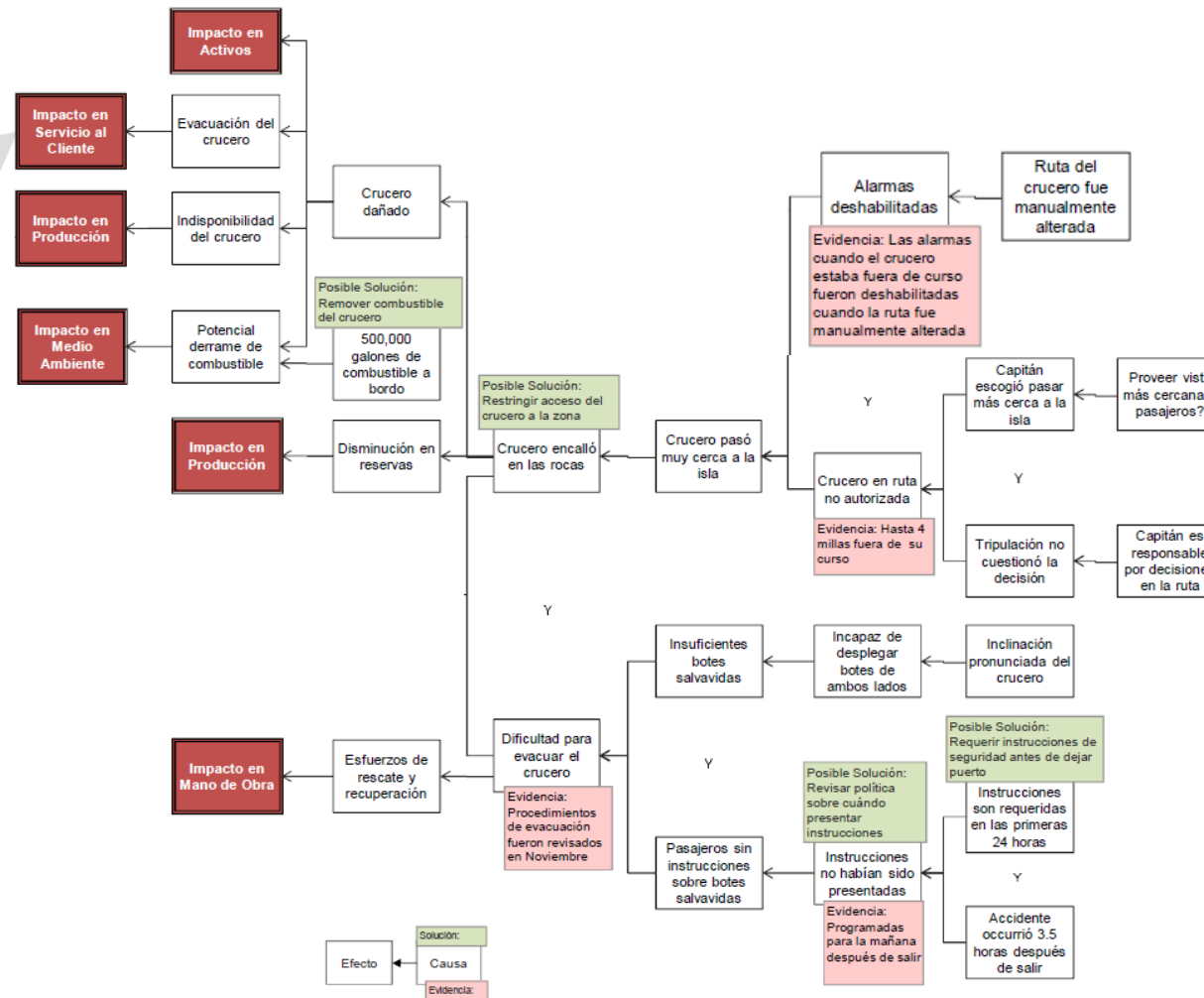
Causa-Efecto Básico

Al menos 11 personas muertas y 24 desaparecidas es el saldo después de que el Crucero Costa Concordia encalló en las rocas cerca de la isla de Giglio, Italia. El barco fue llevado manualmente hasta 4 millas fuera de su curso en una ruta no autorizada por la empresa.

Causa-Efecto Más Detallado

El impacto a la meta de Seguridad - pasajeros y tripulación muertos y desaparecidos - fue causado al encallar el crucero en las rocas y algunos otros asuntos relacionados con el proceso de evacuación. El crucero encalló en las rocas porque pasó muy cerca a la isla al desviarse de manera no autorizada y en forma manual de la ruta original del crucero, probablemente para proveer una vista más cercana a los pasajeros.

Mapa de Causas Intermedio



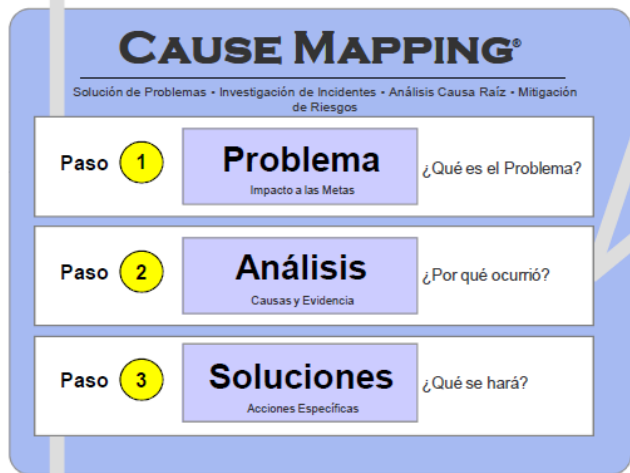
Costa Concordia Inclinado

Hubo algunos problemas con la evacuación de la nave, aunque, según las notas de la compañía, no por el procedimiento de evacuación, el cual fue revisado por expertos externos en Noviembre. Más bien, los problemas fueron causados por la pronunciada inclinación de la nave (que se apoyaba casi en su totalidad a un lado), que afectó la capacidad de utilizar los botes salvavidas. Además, algunos de los pasajeros (que acababan de llegar a bordo) aún no habían completado un simulacro de salvamento. El ejercicio es necesario que se lleve a cabo dentro de las primeras 24 horas de subir al barco y fue programado para la mañana después de la salida. El encallamiento se produjo a sólo 3.5 horas después de la salida.

Los esfuerzos de rescate y recuperación continuaron, incluyendo la eliminación del combustible del barco, que está en una zona protegida. La preocupación por los buques de crucero en la zona habían expresado previamente, con algunos queriendo limitar los buques que están autorizados en la zona. Además, tanto la compañía de cruceros como el gobierno están reconsiderando el momento adecuado para las instrucciones de salvamento a fin de garantizar los mejores resultados para los pasajeros en casos como éste.



Cause Mapping es un enfoque visual basado en sistemas que se enfoca en las relaciones fundamentales causa-efecto respaldadas con evidencia. Cause Mapping crea un diálogo visual para mejorar la forma en que las personas analizan, documentan, comunican y solucionan problemas.

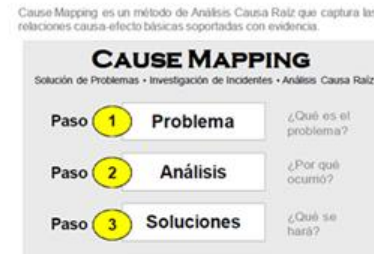


3 Soluciones

No.	Causa	Acción	Responsable	Fecha Limite
1	500,000 galones de combustible a bordo	Remover combustible del crucero		
2	Crucero encalló en las rocas	Restringir acceso del crucero a la zona		
3	Instrucciones no habían sido presentadas	Revisar política sobre cuándo presentar instrucciones		
4	Instrucciones son requeridas en las primeras 24 horas	Requerir instrucciones de seguridad antes de dejar puerto		

Paso 1. Definir el problema

Que	Problema(s)	Colisión y posterior hundimiento de la embarcación con fallecimiento de un tripulante.
Cuando	Fecha	18 de septiembre de 2012
	Hora	6:45 AM
Donde	Diferencia, Inusual	Colisión con Batea
	Hubicación física	Polígono de Bateas Muro B. Galicia
Impacto a las metas		1 Tripulante fallecido
		Salvavidas erróneos
		Falta de visibilidad
		Hundimiento embarcación
		Indisponibilidad de la embarcación
	Pérdida del arte de trabajo	



COLISION CON UNA BATEA, HUNDIMIENTO Y FALLECIMIENTO DE UN TRIPULANTE

Errores agravados por fatiga y exceso de iluminación en cubierta.

En la colisión de la embarcación contra la batea fue error del patrón, es decir, sabía como realizar la navegación entre bateas, pero por algún descuido o falta de atención se produjo el accidente.

Las causas pudieron ser:

- Mala distribución de los equipos electrónicos en el puente que dificultan visión.
- Exceso de iluminación de que de noche no permite ver más allá de la embarcación.
- Exceso de confianza del patrón por conocer perfectamente la zona de la faena.

El hundimiento pudo ocurrir por:

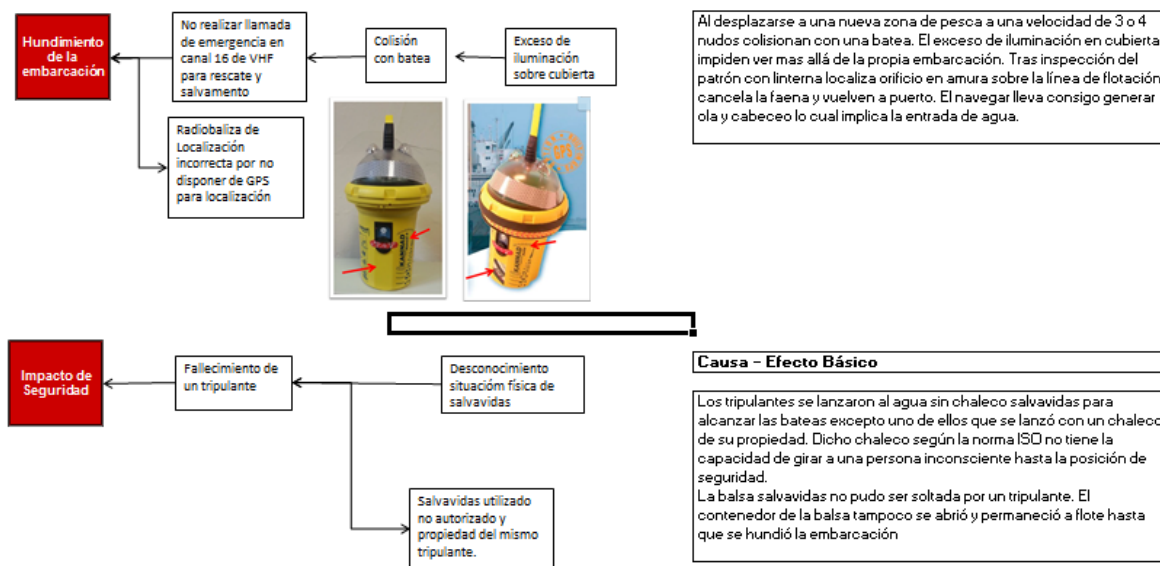
- Valoración incorrecta del patrón incentivada por estrés provocado por situación.
- Exceso de confianza en que la embarcación sería capaz de llegar a puerto.

El fallecimiento del tripulante pudo ocurrir por:

- Desconocimiento físico de la situación de los salvavidas.
- Utilización de salvavidas inadecuado (propiedad del tripulante).
- No realizar llamada al canal 16 VHF para rescate y salvamento.
- No disponer de radiobaliza adecuada con localizador GPS.
- No se produce autodesparo de la balsa salvavidas.

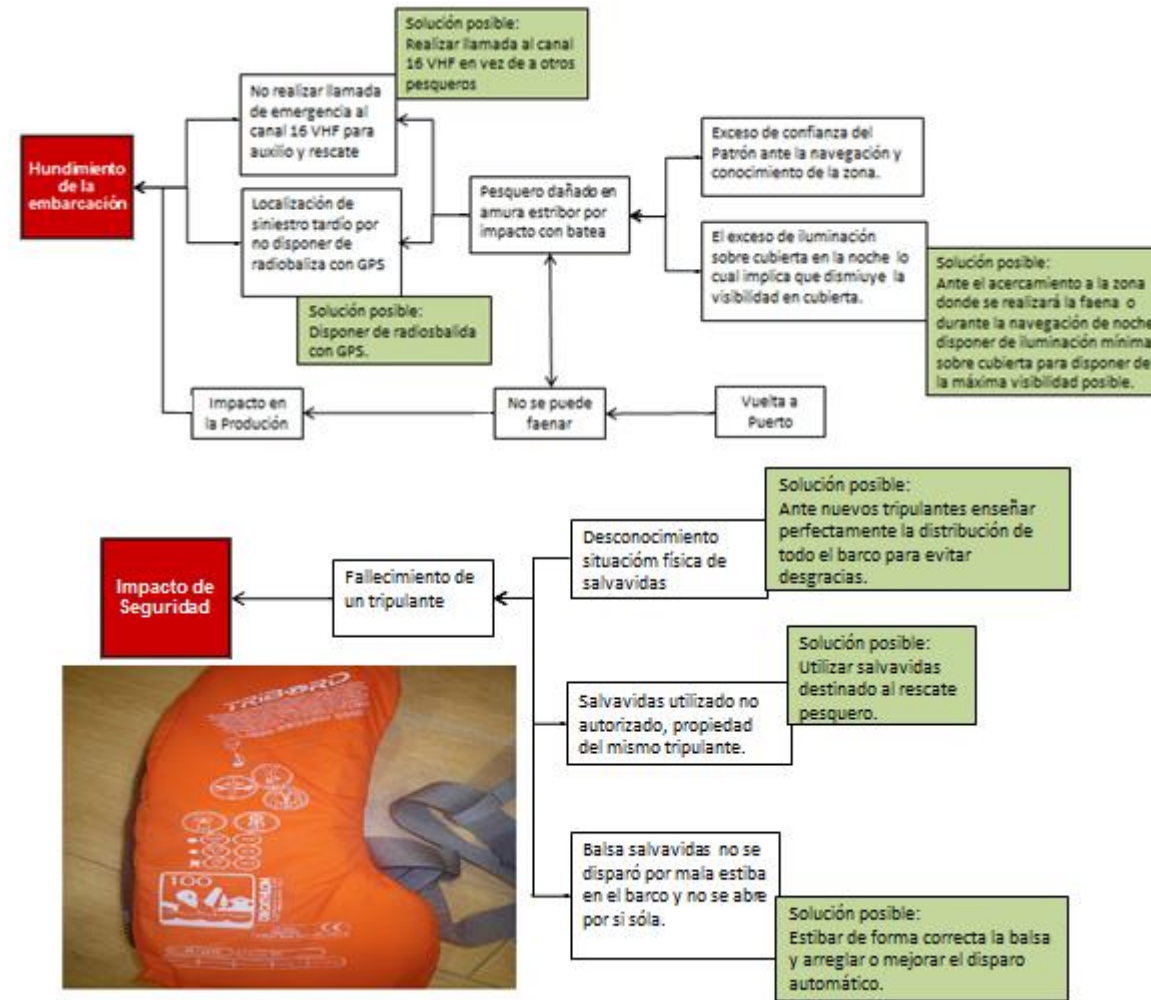
Paso 2. Análisis

Mapa de Causas Básico



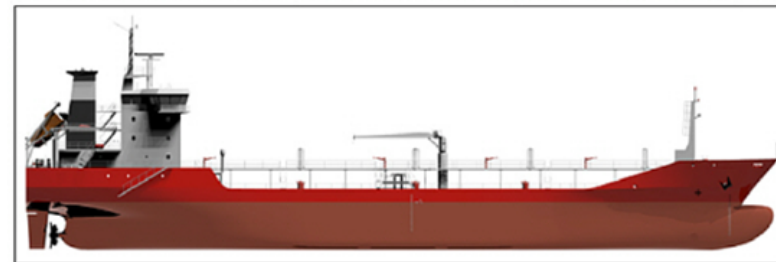
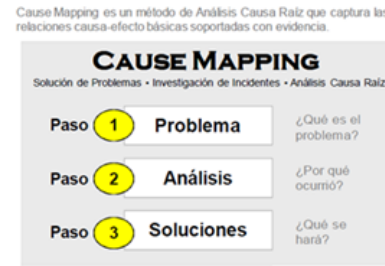
Paso 3. Soluciones

nº	Causa	Acción	Responsable
1	Colisión con Batea	Evitar exceso de confianza	Patrón
2	Obra viva no afectada	Navegar hacia puerto muy despacio para evitar entrada de agua.	Patrón
3	Desconocimiento física de la situación a bordo de chalecos salvavidas	Explicar situación física y proporcionar chalecos homologados a todos los tripulantes.	Patrón
4	Llamada al canal 16 VHF para rescate y salvamento.	Llamar directamente a este canal.	Patrón
5	Fallo del autodesparo automático de balsa salvavidas por tamaño de nudo de la boza que no pasaba por el orificio de salida	Evitar nudos excesivamente grandes que no puedan salir por el orificio de salida.	



Paso 1. Definir el problema

Que	Problema(s)	Alargamiento excesivo de la manguera de descarga con rotura.
Cuando	Fecha	10 de octubre de 2008
	Hora	10:00 AM
	Diferencia, inusual	Excesivo viento y fuerte golpe de mar
Donde	Hubicación física	Bahía de Algeciras
Impacto a las metas		Vertido y Contaminación de Fuel Oil
		Exceso de confianza
		Incumplimiento de lo acordado



VERTIDO DE FUEL OIL

Para cumplir con la hora "impuesta", la de descarga del Fuel Oil no se detuvo e ignoraron las condiciones meteorológicas las cuales fueron impuestas por en un acuerdo firmado por el primer oficial y responsable de las operaciones de carga y descarga de la refinería sobre el procedimiento de las operaciones de descarga.

Condiciones impuestas para detener descarga:

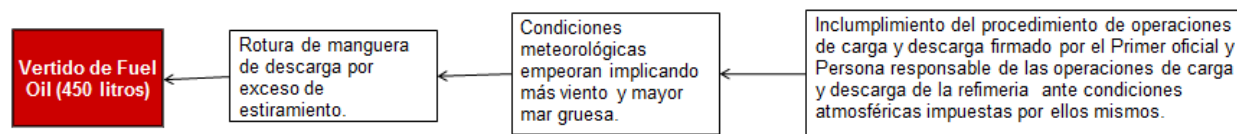
- Se para la maniobra de descarga si la velocidad del viento alcanza los 35 nudos.
- Se desconectan las mangueras de descarga si la velocidad del viento alcanza los 35 nudos.
- El buque abandona su atraque so la velocidad del viento alcanza 40 nudos.

Motivo:

Un par de horas previas al accidente, el viento superaba los 35 nudos de velocidad, esto implicaba que las condiciones meteorológicas eran desfavorables y según lo acordado se debía haber cancelado la operación de descarga y desconectar la manguera, tuvieron la precaución de cerrar la línea de descarga, pero no desconectarla. Debido a las severas condiciones meteorológicas, el remolcador no pudo mantener al buque tanque en su atraque seguramente por un intenso oleaje procedente del Sur, lo cual produjo separación del buque y remolcador, estiramiento de la manguera y rompiendola por exceso de estiramiento.

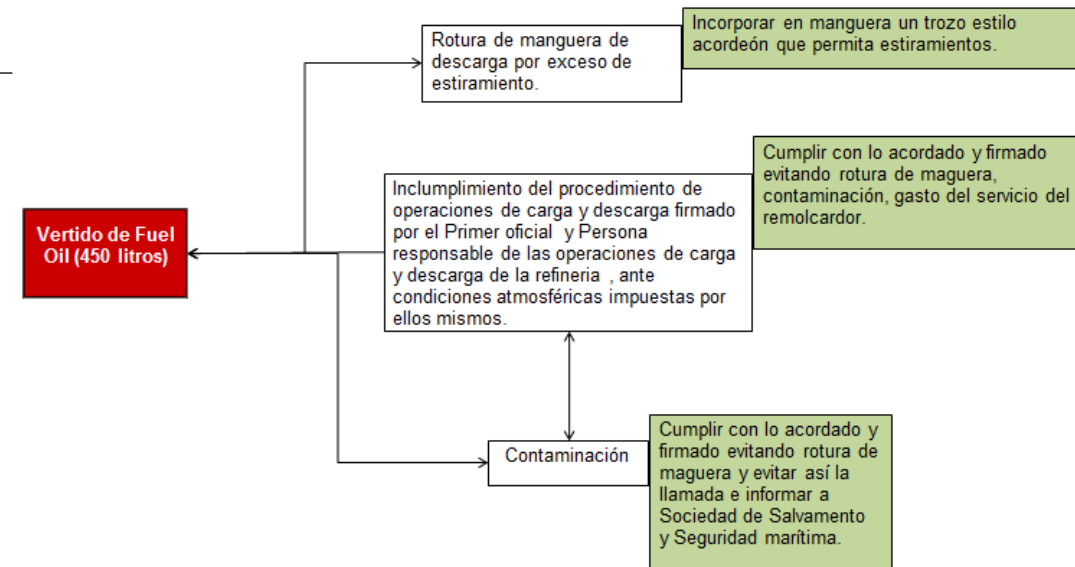
Paso 2. Análisis

Mapa de Causas Básico



Paso 3. Soluciones

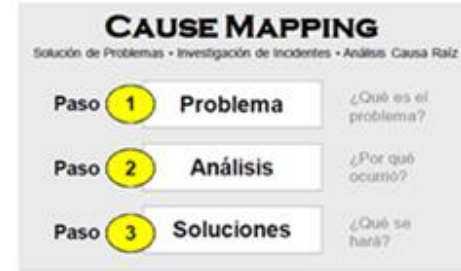
nº	Causa	Acción	Responsable
1	Rotura de la manguera de descarga con vertido de Fuel Oil.	Hacer caso a la intuición ante mal tiempo y no confiar en las máquinas en vez de en el sentido común.	Primer oficial y Persona responsable de las operaciones de carga y descarga de la refinería
2	Incumplimiento del Procedimiento acordado.	Cumplir ya que la firma sobre papel tiene todo el peso.	Primer oficial y Persona responsable de las operaciones de carga y descarga de la refinería
3	Contaminación	Llamar e informar a Sociedad de Salvamento y Seguridad marítima.	Primer oficial y Persona responsable de las operaciones de carga y descarga de la refinería



Paso 1. Definir el problema

Que	Problema(s)	Accidente operacional muy grave con fallecimiento tripulante.
Cuando	Fecha	21 de septiembre de 2012
	Hora	Entre las 10:23:00 y 11:00:00
	Diferencia, Inusual	Acceso sin autorización al interior del tanque de lastre
Donde	Hubicación física	Golfo de Guinea
	Impacto a las metas	Seguridad

Cause Mapping es un método de Análisis Causa Raíz que captura las relaciones causa-efecto básicas soportadas con evidencia.



FALLECIMIENTO DE UN MARINERO REALIZANDO SU TRABAJO

Se debe realizar un trabajo de saneamiento de la parte interna de las tapas de las escotillas de los tanques de lastre de la cubierta con las herramientas adecuadas.

Para realizar este trabajo, entre otras herramientas, se dispone de una tabla de madera para tapar la escotilla de acceso al tanque de lastre y evitar la caída de escoria. Las dimensiones de esta tabla no son las adecuadas para la escotilla, no dispone de ningún tope o saliente para evitar su movimiento y tampoco dispone de un cabo o cadena para sujetarla y evitar su caída en caso de un movimiento brusco.

La tabla se cayó al interior del tanque y el marinerio sin disponer de autorización para acceder a su interior, lo hizo. Al alcanzar la tabla comenzó a subir la escalera sólo con una mano de sujeción ya que la otra sujetaba la tabla, tras la autopsia, se vio que la arteria coronaria presentaba obstrucción, debido a esto, por el esfuerzo de subir con ayuda de una sola mano, pudo provocar mareo y quizás resbalar en la subida llevando consigo la caída de espaldas con una serie de golpes y fallecimiento.



PETROLERO



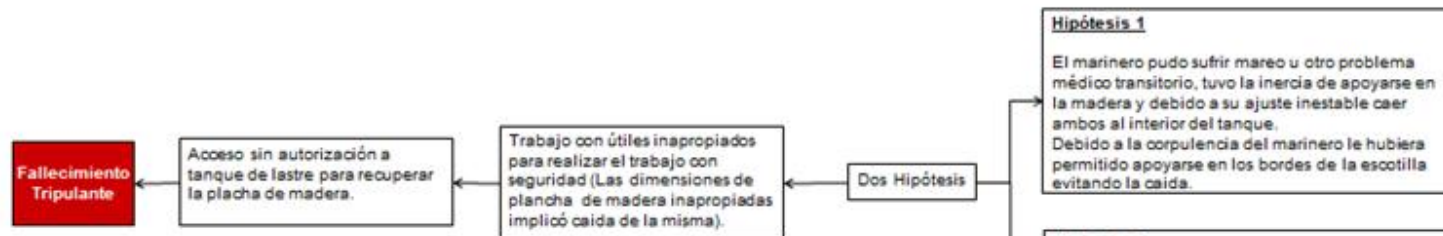
SIMULACIÓN DEL TRABAJO



PIQUETA DE TRABAJO CON BRIDA APRISIONANDO EL GATILLO

Paso 2. Análisis

Mapa de Causas Básico

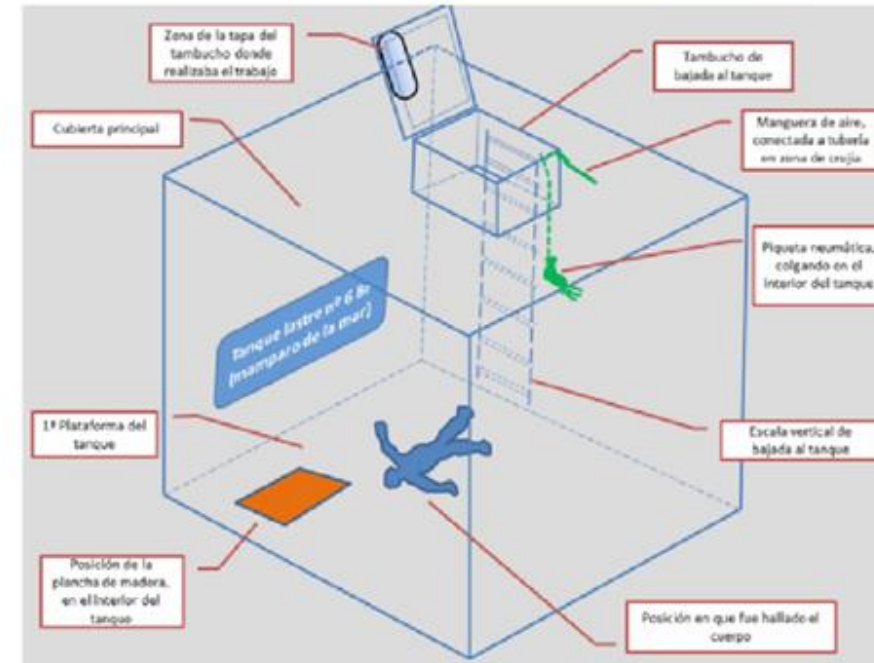
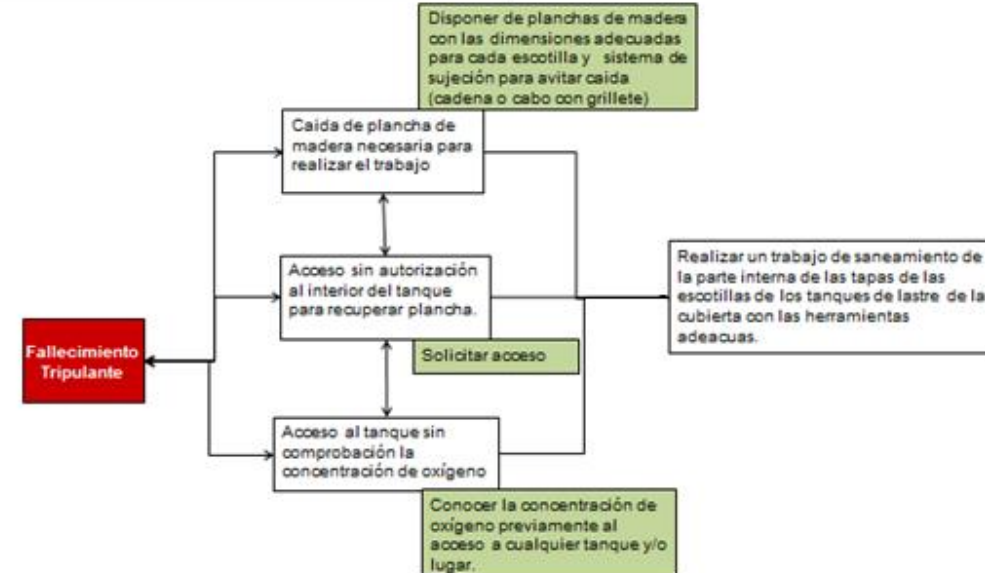


Hipótesis 1
El marinerio pudo sufrir mareo u otro problema médico transitorio, tuvo la inercia de apoyarse en la madera y debido a su ajuste inestable caer ambos al interior del tanque. Debido a la corpulencia del marinerio le hubiera permitido apoyarse en los bordes de la escotilla evitando la caída.

Hipótesis 2
El marinerio, tras la caída de la plancha de madera y pensando que sería fácil su recuperación, accedió sin permiso al interior del tanque para recuperarla, dejó colgando en funcionamiento la piqueta neumática. Al coger la plancha tuvo que subir con una sola mano, ya que la otra agarraba la plancha. Tras la autopsia, se descubrió obstrucción casi completa de la arteria coronaria, debido a esto, por el esfuerzo de subir con ayuda de una sola mano, pudo provocar mareo y quizás resbalar en la subida llevando consigo la caída de espaldas con una serie de golpes y fallecimiento.

Paso 3. Soluciones

n°	Causa	Acción	Responsable
1	Caída de la Plancha de madera	Disponer de planchas de madera adecuadas a las dimensiones de cada escotilla para evitar caídas. La tabla debe disponer de un tope o saliente para evitar su movimiento. Cada plancha debe llevar un sistema de sujeción para evitar caída (cadena o cabo con grillete)	
2	Acceso sin autorización	Al realizar un trabajo normal, si se tiene que acceder a un sitio al cual no se dispone de acceso, solicitarlo, si se accede sin autorización, poner penalización.	



6. Conclusiones

Siguiendo la información proporcionada por una Sociedad de Clasificación, se puede obtener de forma sencilla las mínimas necesidades respecto a los procedimientos, planificación y comportamiento de los equipos y servicios de fondeo y amarre que un buque debe llevar.

A la hora de utilizar los métodos de análisis de los accidentes marítimos, tanto el método del Diagrama de Ishikawa como el de Mapa de Causas son totalmente válidos, pero entre ambos existe diferencia, en el **Diagrama de Ishikawa** se inicia con un problema, a este problema se le asignan los posibles ámbitos o razones que lo puede producir, y a cada uno de estos ámbitos se le asigna sus posibles causas primarias y secundarias. En el **Mapa Causal**, se analiza el problema preguntándose: ¿cuál es el problema?, ¿Por qué ha ocurrido, y ¿Qué se puede hacer?, estas preguntas siempre deben estar presentes en el estudio, así, se hace un análisis con el cual se consigue obtener una causa/efecto más clara, más exacta, más específica y se mira el problema de una forma abierta pudiendo ver las diferentes causas que han podido provocarlo.

7. Bibliografía

- “Equipos y Servicios Vol. II: Fondeo Amarre y Remolque” Eduardo Comas Turnes.
- “Hull Equipment and Safety”. Det Norske Veritas. Parte 3 capítulo 3 sección 3.
- “Estudio de Amarre y Fondeo de un Buque Petrolero: Seguridad y Prevención”. Raúl Villa Caro.
- “TRILLO anclas & cadenas”. Información y selección de Anclas y Cadenas.
- “Maniobra de los Buques”. Ricard Marí Sagarra.
- “Recomendaciones para el proyecto y ejecución en obras de Atraque y Amarre”. Ministerio de Fomento. Puertos del Estado.
- “Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos”. (CIAIM). Ministerio de Fomento.
- Página WEB: <http://www.thinkreliability.com/>