



TRABAJO FIN DE GRADO

Curso 2014 - 2015

MANIOBRAS

**Lo que conocemos, estado actual y
expectativas de futuro.**

Tutor/es: Enrique Alberto Melón Rodríguez

Alumno: Carlos Armando Guerra Olivera

Grado: Ingeniería Marina/Náutica y Transporte Marítimo/Radioelectrónica Naval

1. Introducción.

En el presente trabajo pretendo explicar de forma descriptiva los conceptos que engloban la maniobra de un buque, tanto de fondeo y amarre en puerto, así como el proceso y factores a tener en cuenta en estos. Por otro lado, los elementos convencionales de los cuales se hace uso durante dichas maniobras.

En base a mi formación académica y criterios personales, considero que estos procedimientos son tan complejos como relevantes, ya que requieren de una pericia extrema para ser llevados a cabo de forma segura y satisfactoria. Por ello, los encuentro un objeto de estudio oportuno e intentaré explicarlos lo más detalladamente posible, apoyándome en diferentes libros de procedimientos de maniobras.

En cuanto a la estructura del trabajo, está constituido por cuatro capítulos principales:

El primer capítulo hace una breve referencia al concepto de maniobra, su definición y sus tipos. Además, expone los criterios por los que se regulan las maniobras establecidos por la OMI (Organización Marítima Internacional).

El segundo capítulo expone el concepto de maniobra de fondeo, los elementos que se utilizan, como se planifica y todo lo relativo a tener en cuenta al realizar dicha maniobra.

El tercer capítulo explica de manera precisa en que consiste una maniobra de atraque, los principios que intervienen en esta, así como los elementos utilizados y algunos ejemplos esquemáticos de la misma.

Finalmente, el cuarto capítulo detalla un sistema de atraque desarrollado recientemente, que basa su funcionamiento en un proceso de succión para ayudar a un buque a atracar sin la necesidad de muchos de los útiles convencionales. Dicho sistema, según su aceptación mundial, podría ser el futuro de las maniobras en puerto y una herramienta esencial para un oficial de puente.

1. Introduction.

In the present project I intend to descriptively explain the concepts that encompass the maneuvering of a ship, both anchoring as mooring in port, as well as the process and factors to consider in these maneuvers.

Based on my academic and personal criteria, I believe that these procedures are so complex as relevant, as they require extreme expertise to be carried out safely and successfully. Therefore, I find them an appropriate study object and will try to explain them as thoroughly as possible, leaning in different books of maneuvers procedures.

As regard to the project structure, it consists of four main chapters.

The first chapter makes a brief reference to the maneuver concept, its definition and typology. Moreover, it sets out the criteria by which the maneuvers adopted by the IMO (International Maritime Organization) are regulated.

The second chapter set forth the anchoring maneuver concept, elements that are used, how is planned and all aspects to consider when making that maneuver.

The third chapter explains precisely what constitutes a docking maneuver, the principles involved in this as well as the elements used and some schematic examples of it.

Finally, the fourth chapter details a newly developed docking system, which bases its operation on a suction process to assist a vessel to dock without the need of many conventional useful. This system, according to its worldwide acceptance, could be the future of the maneuvers in port and an essential tool for a bridge officer.

Índice.

1. Introducción	2
1.1. Maniobrabilidad, definición y tipología.....	6
1.2. Criterios de maniobrabilidad fijados por la Organización Marítima Internacional.....	8
2. Maniobra de fondeo.....	12
2.1. Definición.....	12
2.1.1. Equipos utilizados en la maniobra de fondeo.....	13
2.1.2. Planificación de la maniobra de fondeo.....	17
2.1.3. Aplicaciones del fondeo en distintas situaciones y circunstancias.....	18
2.1.4. Fuerzas que intervienen en la maniobra de fondeo.....	20
2.1.5. Influencia de la naturaleza del fondo en el tipo de equipamiento disponible.....	21
2.1.5.1. Garreo voluntario: procedimiento.....	23
2.1.6. Comportamiento del buque fondeado.....	23
2.1.7. Determinación del área de fondeo.....	25
2.2. Maniobra para fondear.....	27
2.2.1. Señalización de la posición de fondeo.....	33
3. Maniobra de atraque.....	35
3.1.1. Definición.....	35
3.1.2. Equipos utilizados en la maniobra de atraque.....	35
3.1.3. Planteamiento esquemático de la maniobra.....	41
3.1.4. Áreas de maniobra.....	45
3.1.5. Remolcadores.....	47

3.1.6. Tipos de maniobra de atraque	49
3.1.7. Maniobras y el efecto del viento sobre estas.....	52
3.1.8. Maniobras de desatraque.....	59
4. Desarrollo en los sistemas de atraque.....	62
4.1. Sistemas de atraque sin cabos	62
4.1.1. Sistemas automatizado de amarre Moormaster.....	62
4.1.2. Principio de funcionamiento y beneficios principales.....	63
4.1.3. Adaptaciones del sistema en función del tipo de buque.....	64
4.1.4. Ventajas del sistema.....	73
4.1.5. Casos y características de unidades del sistema en funcionamiento en la actualidad.....	77
5. Conclusiones.....	84
6. Bibliografía.....	85

1.1. Maniobrabilidad, definición y tipología.

Antes de poder pensar en que un buque sea capaz de realizar maniobras de atraque, desatraque, fondeo o de cualquier otra índole, hay que atender a que sea capaz de maniobrar por sus propios medios.

Maniobrabilidad es la capacidad efectiva de un buque a la hora de variar o mantener su proa en un rumbo específico, determinado por el maniobrista. Esta capacidad o propiedad se puede dividir en dos:

- Por una parte está la **capacidad de gobierno**: esta se ve aplicada a la intención de mantener o alterar la orientación de la proa del buque.
- Mientras que por otro lado está la **capacidad de evolución**: que hace referencia a la eficiencia con la que se varía el rumbo, teniendo en cuenta la acción conjunta de la máquina y el timón del buque.

Esta capacidad de gobierno es, como anteriormente se comenta, una propiedad muy importante para el buque y, posee tres aspectos fundamentales que la condicionan:

- **Estabilidad de rumbo**: se conoce como la capacidad de mantener un curso determinado utilizando el timón del buque, lo que obliga por consiguiente a que la velocidad de la guiñada sea una función continua del ángulo del timón utilizado, es decir que a 0° de timón le corresponderá un valor de guiñada de 0 y que cualquier otro número en grados, tanto a babor como a estribor, le proporcionara un valor de guiñada equivalente.
- **Estabilidad dinámica**: se cumple cuando partiendo de las circunstancias anteriores y debido a una fuerza externa capaz de modificar la trayectoria inicial del buque, este regresara a una nueva posición de equilibrio, que será igual a la misma curvatura inicial sin la ayuda del timón.
- **Capacidad de recuperación**: es la capacidad del buque de responder con rapidez, o en otras palabras, su capacidad de alcanzar nuevamente la posición de equilibrio, luego de haber sido alejado de su posición de equilibrio inicial.

La capacidad de gobierno es analizada en base a dichos condicionantes por medio de curvas experimentales, que deben tener todos los buques para su consulta en el puente de gobierno, de forma que cualquier persona con responsabilidad en la maniobra, pueda acceder a este conocimiento para su aplicación inmediata.

Muchos aspectos condicionan la gobernabilidad del buque: su estructura, las condiciones externas que afecta a la navegación. De estos condicionantes se debe tener en cuenta que un buque tendrá respuestas distintas a otro, en alguno o varios parámetros, siendo por ello necesario que cada buque tenga, desde su inicio, un detalle amplio y suficiente de las distintas posibilidades que la maniobra permite, y sujetarse a ellas para su correcta ejecución.

Para una buena gobernabilidad no sólo el buque es importante, sino también la tripulación que lo gobierna. Los oficiales, por defecto, suelen contar con una preparación enfocada al correcto y seguro uso del buque, para la ayuda a estos cada buque según lo dispuesto por la Organización Marítima Internacional (OMI), en cada buque debe haber de manera visible en el puente, un cuadernillo de maniobras y una tablilla de practicaje entre otras documentos que muestran cada aspecto necesario que se debe conocer para gobernar el buque. La tablilla de practicaje provee de información del buque al práctico en funciones, mientras el cuadernillo aporta los parámetros que definen la maniobrabilidad del buque.

Por último, los parámetros a considerar en el estudio tendrán una doble naturaleza. Por un lado están los parámetros fijos y por otro los variables:

- Los **parámetros fijos** son difícilmente modificables. Estos son: los elementos estructurales, como son las propias dimensiones, sus coeficientes, relaciones, tipo de propulsor, respuestas, timón, etc.
- Entre los **parámetros variables** en referencia al buque, se incluyen el desplazamiento, el calado, el asiento y la velocidad, parámetros que según las condiciones no permanecerán constantes. Referidos al medio, se deberán considerar la existencia de corrientes, mareas, viento, hielos, mar y aguas restringidas.

1.2. Criterios de maniobrabilidad fijados por la Organización Marítima Internacional (OMI).

La maniobra de atraque de los buques se realiza en un medio difícil que impone diversos condicionantes a la seguridad de buque, no siempre previsiblemente evitables. La maniobrabilidad de los buques comenzó a recibir la atención de la comunidad marítima internacional en los años 60 cuando el tamaño de los buques tanque empezó a crecer rápidamente. Pese a que la maniobrabilidad había sido una preocupación, un acuerdo, tanto respecto a los criterios y estándares como a la metodología para la aplicación de tales estándares, había sido siempre una meta sin definir.

En 1971, la OMI adoptó la Resolución A.209 (VII), estableciendo recomendaciones para que se expusieran a bordo las características de maniobrabilidad para información de los oficiales y prácticos.

La Sociedad de Arquitectos Navales e Ingenieros Navales (SNAME) hizo un gran esfuerzo para identificar las necesidades respecto de la maniobrabilidad y, para evaluar el diseño de herramientas que permitiesen identificar las características de maniobrabilidad de los buques, tanto las inherentes a su diseño como las resultantes de su pilotaje real. Basado, al menos en parte, en este esfuerzo, la OMI aprobó la circular 389 en 1985, mediante la cual estableció recomendaciones provisionales para estimar la maniobrabilidad de los buques.

Las recomendaciones apuntaban a que los buques al ser diseñados se ajustasen a las medidas previstas, y a que después de la construcción las inspecciones verificaran su cumplimiento. La resolución también recomendaba a los países miembros que trabajasen mediante las metodologías establecidas y reportaran a la OMI los resultados para facilitar el examen de viabilidad y aptitud de tales requerimientos mínimos, para su cumplimiento en aguas profundas. Sin embargo, estos criterios de la OMI eran meras recomendaciones, de modo que muchos buques no los cumplieron, y pocos datos fueron recogidos durante el período de prueba. Finalmente, en la reunión de marzo de 2002 la OMI instituyó las recomendaciones como requerimientos de obligado cumplimiento para todos los países.

Razones de orden práctico limitan el alcance de las pruebas para verificar la maniobrabilidad que exigen los criterios de la OMI. Las pruebas requeridas no sólo incluyen las que podrían llevarse a cabo con el primer buque de determinado tipo, con el objeto de abreviar el tiempo de inspección. El criterio recomienda verificar las características con el buque cargado, en aguas profundas y a toda máquina.

Se infiere que un buque con buena maniobrabilidad en aguas profundas la manifestará también en situaciones con más limitaciones, pero desafortunadamente las herramientas de diseño con que se cuenta en la actualidad no permiten aún desarrollar estándares para asegurar una mínima aptitud en las condiciones señaladas. Además, los test reales bajo tales condiciones extremas están limitados por razones económicas y de seguridad.

Será necesario aguardar al progreso en los modelos matemáticos para asegurar una maniobrabilidad mínima apropiada para estas situaciones críticas. Con esos avances, para la evaluación de la aptitud de maniobra en tales situaciones críticas podría partirse de las pruebas realizadas a toda potencia de máquina en aguas profundas.

La OMI adoptó en el año 1993 los estándares para maniobrabilidad de buques mediante la resolución A.751 y, en junio de 1994 publicó la circular MSC/Circ.644 con las notas explicativas para la aplicación de dichos estándares. Las características de maniobra, promulgadas por la OMI, son medidas típicas de desempeño y manejo de los buques que tienen un interés náutico. Para evaluar las características de maniobrabilidad de los buques, se establecieron los siguientes parámetros:

- **Estabilidad dinámica inherente:** un buque tiene estabilidad dinámica sobre su rumbo, si este, después de una pequeña perturbación, retorna pronto a un nuevo rumbo recto sin la acción correctiva del timón.
- **Capacidad para mantener un rumbo:** es la habilidad de un buque para mantener una trayectoria recta sobre un rumbo, sin excesivas oscilaciones del timón o de su proa.
- **Habilidad de giro inicial/cambio de rumbo:** el giro inicial se define como el cambio de la proa como respuesta a una orden de timón moderada, en términos

de la variación de la proa sobre la distancia navegada, o en términos de la distancia navegada hasta que se alcance cierta desviación de la proa.

- **Aptitud para corregir la guiñada:** es la medida de la respuesta del buque al aplicar el timón a la banda opuesta en cierta etapa del giro, de tal forma que el primer ángulo de rebasamiento sea alcanzado antes que la tendencia de guiñada sea anulada por la acción del timón a la banda opuesta, en una maniobra de zigzag.
- **Capacidad de giro:** es la medida de la capacidad de un buque para virar con el timón todo a una banda. Está caracterizado por el círculo evolutivo, donde se evalúa el avance, transferencia y diámetro táctico.
- **Capacidad de parada:** se mide teniendo en cuenta la trayectoria seguida y el tiempo requerido para detener el buque dando toda la marcha atrás, cuando se aproxima a la máxima velocidad avante.

Para valorar estas cualidades, la OMI establece la realización de pruebas de diámetro evolutivo a las dos bandas con ángulo de timón de 35°, pruebas de zig-zag 10/10 y 20/20, en las cuales se aplica un ángulo de timón de manera alternativa hasta que se alcanza una desviación de la proa o rebasamiento y finalmente, prueba de parada.

Los estándares anteriormente descritos, sin embargo, dejan muchos vacíos, en tanto que no se ajustan a todos los tipos de buques ni a las circunstancias operacionales en las que navegan. Incluir en la espiral de diseño de un buque el concepto de su maniobrabilidad en aguas restringidas parecería ser un paso indispensable, la realidad en cambio, muestra que la maniobrabilidad en sí misma aún no se considera importante en el diseño de muchos buques mercantes. Como resultado, hay decisiones en el diseño que se toman en favor de otros factores y en detrimento de la maniobrabilidad.

Hay varias razones por las cuales la maniobrabilidad no se considera particularmente importante en el período de diseño de buque:

- Los propietarios no incluyen requerimientos de maniobrabilidad como parte de las especificaciones para el diseño.

- No se han establecido otros requisitos internacionales ni locales para la maniobrabilidad de los buques aparte de una velocidad de caída adecuada y de que el buque posea suficiente potencia para invertir su marcha.
- Hay dificultades para especificar qué constituye una adecuada maniobrabilidad.

A medida que la técnica permita trabajar a mayores profundidades en condiciones de permanencia, se habrá dado un importante paso adelante, puesto que hace que la maniobrabilidad se constituya como una consideración ineludible en muchas de las decisiones comerciales que entran en juego en el proceso de diseño de los buques.

Igualmente existen otros elementos de diseño importantes que contribuyen a proporcionar al buque una maniobrabilidad adecuada. Algunos de ellos se citan a continuación y, cabe destacar que han sido objeto de consideración por armadores, capitanes y prácticos:

- El tamaño del timón y su eficacia.
- La aptitud para navegar a bajas velocidades.
- La propulsión y características de la hélice.
- El número de paradas posibles de la máquina en maniobra.
- La potencia adecuada disponible.
- El ángulo de timón extra de reserva, necesario para permitir al buque navegar con abatimiento o compensar la succión de otros buques.
- La visibilidad desde el puente y disposición de los elementos en el mismo.
- Las formas del casco que influyen en el squat y el asiento, en el efecto de los veriles, en el cruce con los buques y en las maniobras de atraque.
- La obra muerta del buque.
- La aptitud para fondeos de emergencia.
- El número de remolques necesarios y acceso a la maniobra de los cabos.

Pocos de estos elementos están debidamente estipulados en las regulaciones, o en los estándares de las sociedades de clasificación, desde el punto de vista de lo que afecta a la maniobrabilidad. Las herramientas de análisis existentes permiten evaluar con relativa consistencia y fiabilidad el cumplimiento de las recomendaciones actuales de maniobrabilidad en aguas profundas. Sin embargo, siguen quedando aspectos sin resolver. La necesidad de poder predecir y evaluar con certeza la maniobrabilidad de un buque durante el proceso de diseño, se hace particularmente significativa si se recuerda que: la verificación de la maniobrabilidad del buque se realiza a través de test luego de que el buque ha sido construido, cuando efectuar correcciones entraña dificultades o es cuasi incosteable económicamente.

2. Maniobra de fondeo.

2.1. Definición.

Las maniobras de fondeo se derivan de la necesidad de conseguir una posición de inmovilidad relativa del buque con respecto al fondo. Dicha maniobra depende de numerosos factores para su correcta puesta en práctica, como el tipo de fondo, las fuerzas externas que afectan al buque, el tonelaje de este, entre otros.

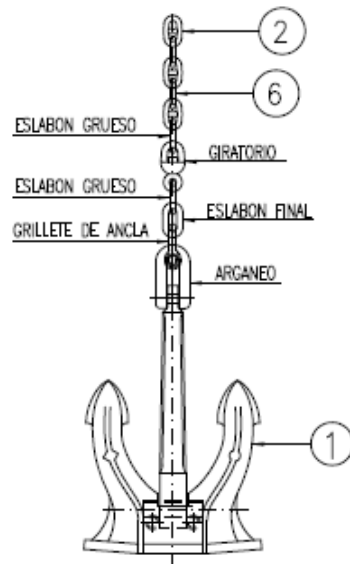
Fondear, en sí, es la maniobra por la que un buque, haciendo uso de un equipamiento específico, en un sitio determinado, es capaz de mantener una posición relativamente estática con respecto al fondo, sin la necesidad de usar equipos de propulsión y gobierno una vez terminada. Como toda maniobra realizada por el buque, esta requiere una previa planificación y una estrategia específica que incluye la ejecución de acciones de maniobra, procedimientos de comprobación y vigilancia en todo momento, hasta concluir la maniobra.

2.1.1. Equipos que intervienen en la maniobra de fondeo.

En la maniobra de fondeo se hace uso de un número de elementos del buque dispuestos para que la maniobra se realice con seguridad y de manera efectiva. Estos elementos suelen estar en su mayoría tanto en la proa como en la popa del buque, se relacionan entre si y son los siguientes:

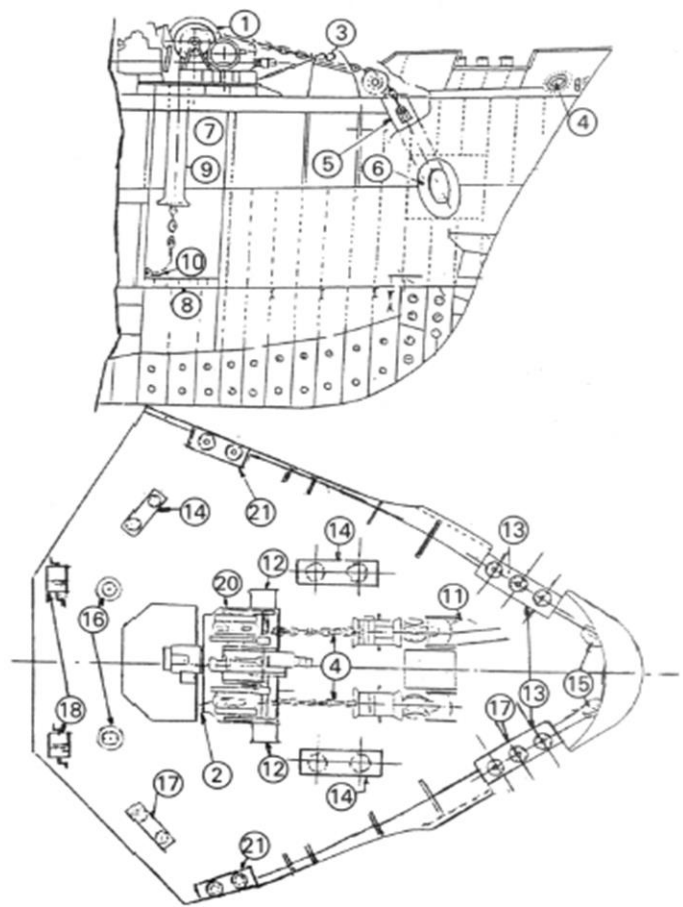
- - Anclas.
- - Escobenes.
- - Gatera de la cadena.
- - Caja de la cadena.
- - Malla.
- - Estopores (Guillotina, Husillo).
- - Mordazas.
- - Tapa de la gatera.
- Molinete.
- Barboten.
- Carretel.
- Cadena.
- Collarín de escoben.
- Guardainfantes.
- Freno hidráulico.
- Cabrestante.

- 2 - Largos de cadena.
- 6 - Eslabón tipo Kenter.
- 1 - Ancla tipo Spek con arganeo y giratorio.



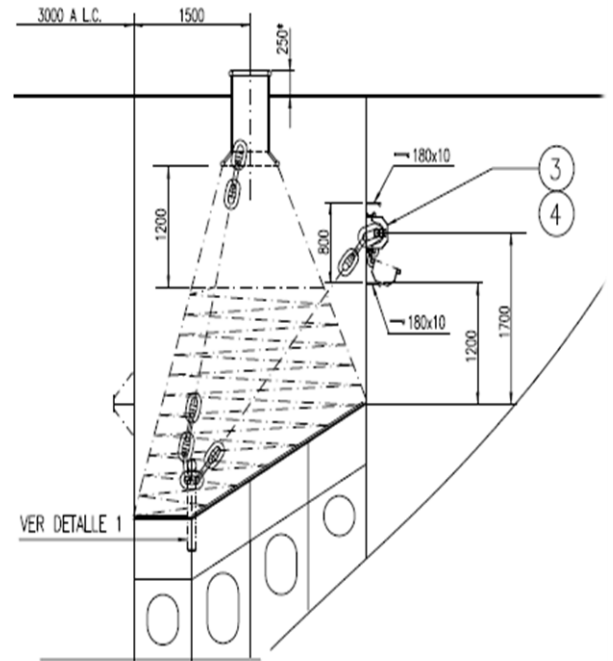
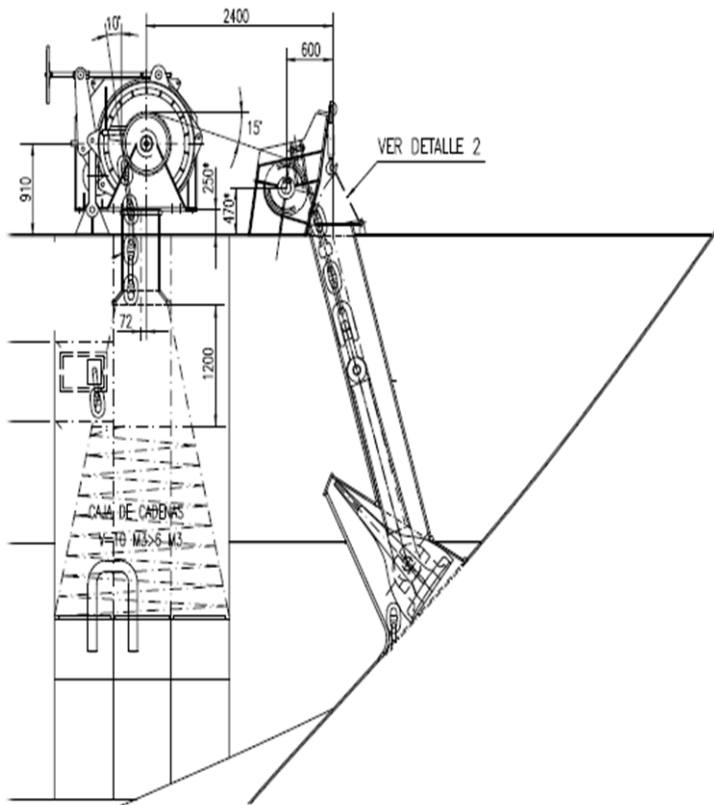
(1) Modelo a escala de un ancla.

1. Molinete.
2. Barboten o barbotín.
3. Estopor.
4. Cadenas de fondeo.
5. Escobén, tubo de.
6. Boca de escobén o medallón.
7. Caja de cadenas.
8. Caja de fangos de la caja de cadenas.
9. Gatera de la caja de cadenas (tubo).
10. Arraigada.
11. Bozas de las cadenas.
12. Cabirones del molinete.
13. Guía-cabos.
14. Bitas.
15. Gateras de remolque de proa (gateras Panamá).
16. Torretas o guías de retorno.
17. Guía-cabos de proa (alavantes).
18. Carretel.
20. Frenos del molinete
21. Escobenes de costado o guías.

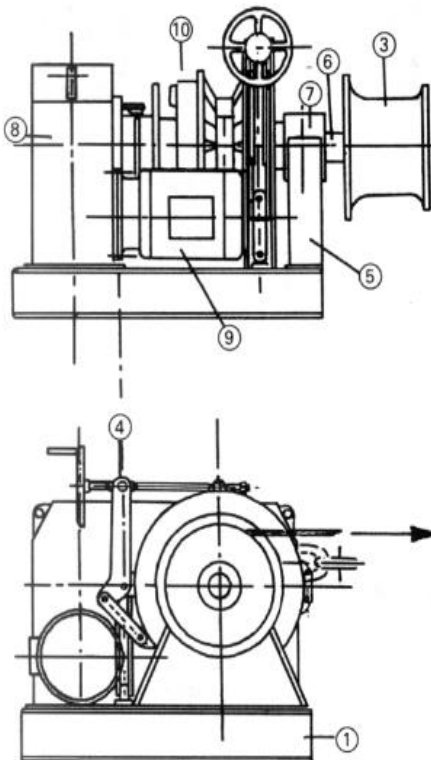


(2) Equipo de fondeo en castillo de proa.

Cada buque posee planos donde se registran todos los elementos dedicados a la maniobra entre muchos otros. Entre estos están los que contienen los elementos utilizados en las maniobras de fondeo, su disposición y los parámetros que definen su capacidad, así como las notas correspondientes a la maniobra de fondeo.

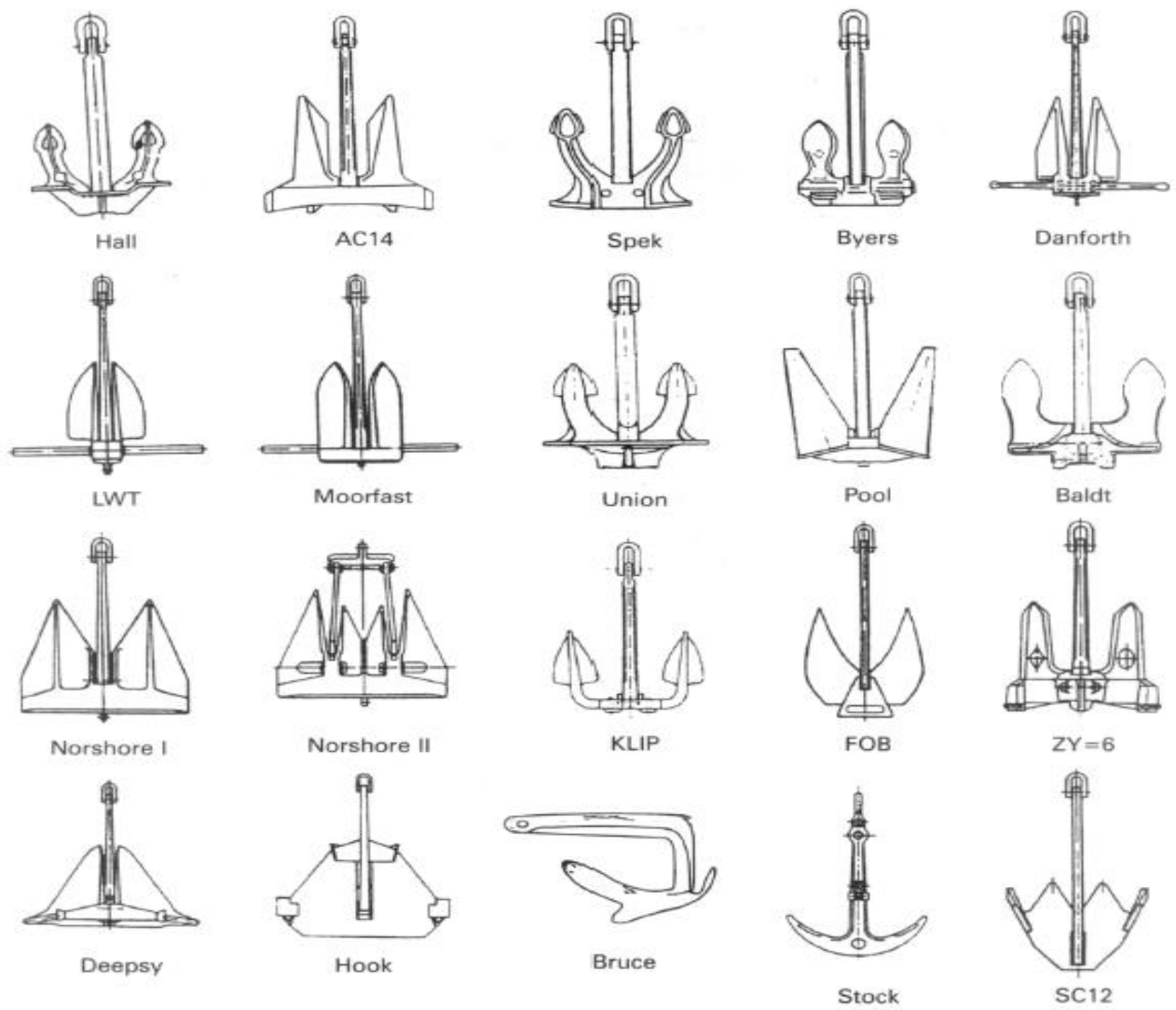


(3) Proa de un buque y sus elementos de fondeo.

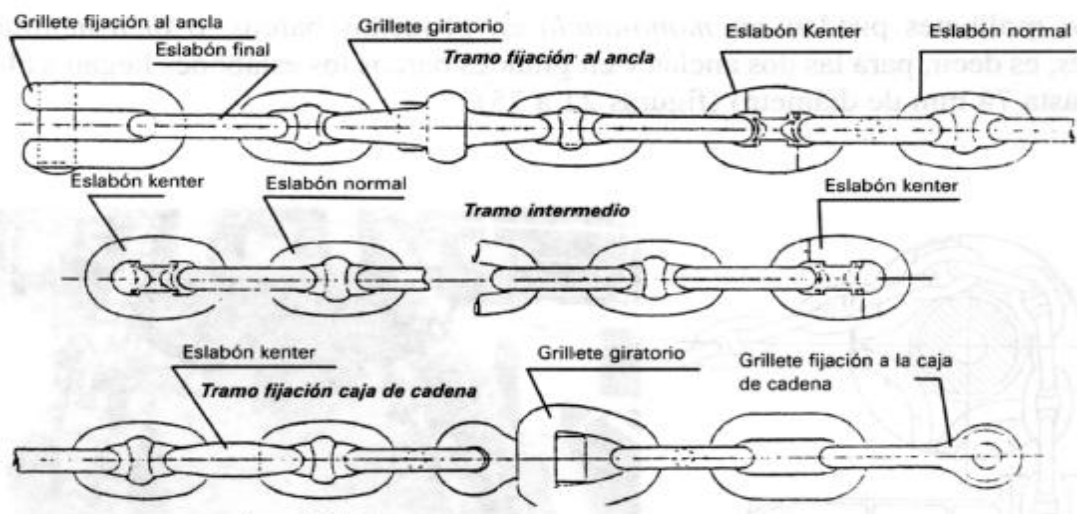


1. Polín.
2. Barboten o barbotín.
3. Cabirón.
4. Frenos de cinta.
5. Gualderas.
6. Eje motor.
7. Cojinetes.
8. Reductora.
9. Motor eléctrico.
10. Trócola de embrague.

(4) Molinete mono – ancla
(Alzado y vista lateral).



(5) Tipos de anclas.



(6) Tramos de una cadena.

2.1.2. Planificación de la maniobra de fondeo.

La planificación o estrategia a seguir para la maniobra de fondeo debe tener en cuenta todas y cada una de las condiciones y circunstancias, tanto propias como externas al buque, que puedan influir en el desarrollo de la misma. Entre estas condiciones o circunstancias están:

- El número de anclas que se requieren y el orden de utilización (cuál es la primera en ser fondeada).
- De ser una, 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 el abatimiento creados por los agentes externos, siempre según 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.
- El personal de la tripulación necesario para la manipulación, la duración aproximada de estos procedimientos.
- Periodos críticos y plan de guardia mientras se esté fondeado.

La maniobra con el equipo de fondeo deberá ser realizada por un oficial competente y con la experiencia suficiente para asumir determinadas decisiones antes cualquier situación inesperada durante la maniobra. Esto, sumado a que incluso antes de comenzar las operaciones, dicho oficial debe participar en una reunión con el capitán y recibir de este ciertas indicaciones de cómo se deberá realizar el procedimiento, pues la maniobra de fondeo no es una operación improvisada sino algo previamente planeado y que requiere una ejecución concienzuda.

Las indicaciones e información general que debe tener el oficial previamente son:

- Detalles específicos de como pretende realizar el capitán la maniobra.

- Estar al corriente de todo lo necesario para realizar la maniobra de acorde a lo dispuesto por el capitán en caso de perder comunicación con este.
- Tener conocimiento de la zona prevista para realizar la maniobra de fondeo, la naturaleza del fondo, el espacio disponible entre otros buques u obstáculos.
- Conocer las especificaciones de los sistemas y elementos que utilizara durante la maniobra.
- Tener pensado un sistema de comunicación alternativo con el puente en caso de fallo o averías en el actual.

2.1.3. Aplicaciones del fondeo en distintas situaciones y circunstancias.

El equipo de fondeo es utilizado en un buen número de situaciones a la hora de realizar la maniobra, estas situaciones pueden ser consideradas clásicas y otras muy especiales, pero todas ellas con el denominador común de proporcionar inestimable ayuda para la culminación de una maniobra, que de otro modo sería imposible llevar a cabo.

Las aplicaciones se incluirán en dos grupos según su propósito:

Grupo A. Las que requieren el uso de la 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 ningún momento, pues de

hacerlo, el barrido de la proa podría alcanzar la línea de atraque. Los factores a tener en cuenta son el 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 circunstancias varias, como son:

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

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.

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. No requieren el uso de la máquina.

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

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.

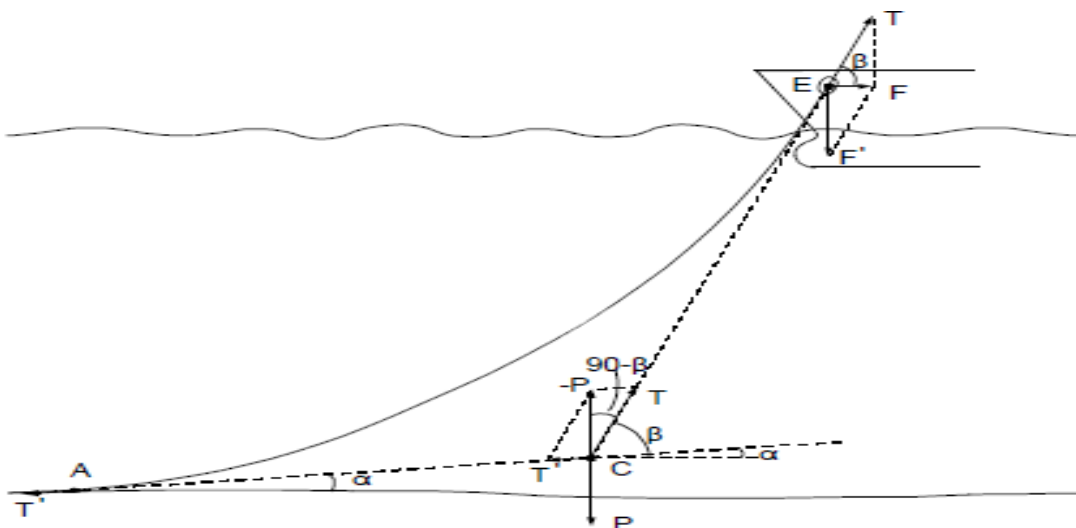
Es evidente que las aplicaciones del equipo de fondeo son generalmente beneficiosas, aunque lamentablemente no siempre son utilizadas en el momento y circunstancias adecuadas, ni de forma correcta.

2.1.4. Fuerzas que intervienen en la maniobra de fondeo.

Entre los numerosos factores que pueden influir una maniobra de fondeo, tenemos las comúnmente llamadas fuerzas. Estas son:

- 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) resultante 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.

Estos factores se muestran en el esquema representado en la figura. 7 de manera que es apreciable a simple vista la naturaleza de su origen.



(7) Relación de fuerzas que influyen en la maniobra de fondeo.

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. 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.

2.1.5. Influencia de la naturaleza del fondo en el tipo de equipamiento disponible.

La elección del fondeadero debe hacerse en virtud de las características de agarre del tipo de ancla que equie 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.

No obstante, 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, debido principalmente a la consolidación de dicha materia sobre la cruz. Ello imposibilita sus variaciones respecto a la caña del ancla en el ángulo de libertad según construcción (aproximadamente 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. 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.

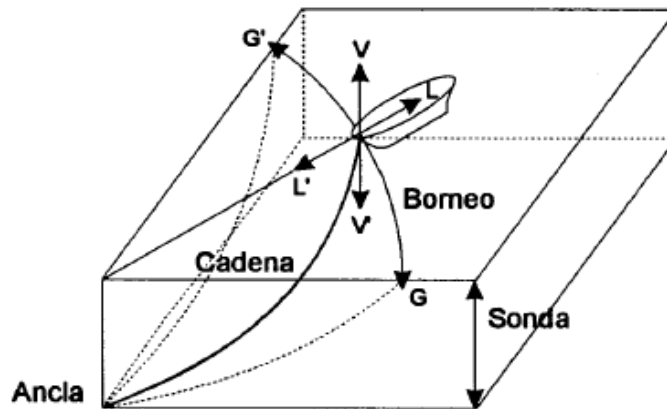
En cualquier circunstancia, cuando se levanta el fondeo, al venir el ancla a bordo por encima de la línea de flotación, el reconocimiento primero y la limpieza posterior utilizando chorros de agua a presión, posibilitarán que una vez estibada y durante su inmovilidad hasta su nueva utilización, se mantenga 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.

2.1.5.1. Garreo voluntario: procedimiento.

El garreo es básicamente el arrastre del ancla sobre el fondo. Depende de algunos aspectos como el tipo de fondo o la tensión y largo en la que se encuentre la cadena. La situación del garreo puede ser deseada, o por el contrario 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 penetrar en el fondo, consiguiéndose normalmente con largos de cadena de 1,5 veces la distancia del escobén al fondo.

2.1.6. Comportamiento del buque fondeado.

Cuando un buque se encuentra fondeado con una sola ancla, se encuentra en equilibrio dinámico con su inercia y la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre él. Mientras que en equilibrio estático, el ancla debe ser capaz de resistir la fuerza ($F=T'$), y por tanto 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 de la cadena, 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° de libertad, si bien quedan reducidos a 3° , al no considerar el balance y agrupar los otros 5° , el movimiento vertical de la proa, el movimiento de giro o borneo y el longitudinal de proa a popa y viceversa.

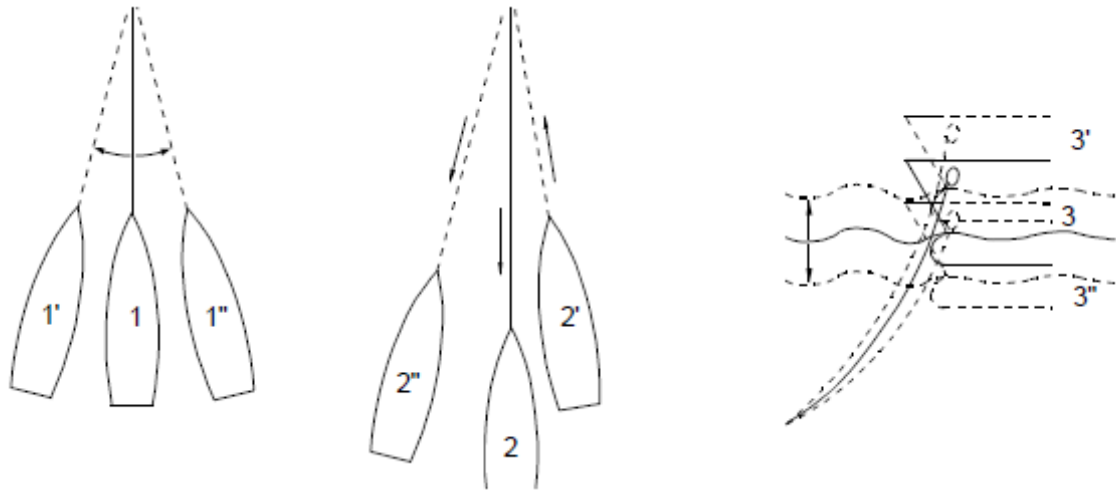


(8) Radio de movimiento libre del buque fondeado.

Por otro lado, el movimiento del buque al estar fondeado se encuentra limitado:

- **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 no supere los 8° , si afecta a la tensión de la cadena en el escobén.
- **Con la longitudinal**, que 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 debido al oleaje, cuya influencia está determinada por un factor (k) relacionado por la altura de agua disponible (h), y por tanto de la relación cadena/sonda, y el período de la ola (T^2), por lo que, cuando el buque está fondeado en aguas profundas, a partir de $h > 2,5 T^2$ el valor del factor es $k=1$ y la elipse se convierte en un círculo. Mientras, en aguas someras para $h=16$ m y $T=20$ sec., el valor de $k=3$, con lo cual, el movimiento del buque hacia popa, siguiendo el orbital de las moléculas de agua generada por la ola, también sería de tres veces la altura de la ola.

Con vientos entablados, el borneo tiene una elasticidad limitada a un sector de arco superior de 60° de la dirección del viento, incrementando el período de oscilación con el largo de cadena (relación l/h) y decreciendo con el aumento de la intensidad del viento.



(9) Áreas de borneo.

2.1.7. Determinación del área de fondeo.

Si no existieran obstáculos u obstrucciones en la zona de fondeo, la maniobra en sí y la planificación previa de esta sería relativamente sencilla. Lamentablemente en el día a día eso no suele ocurrir, por este motivo la zona se elige teniendo en cuenta que sea la más apropiada según el rumbo de aproximación y las condiciones meteorológicas existentes, entre otros factores. 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 está 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 propio buque.

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 circunstancias de seguridad fueran insuficientes.

Para ello se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- **En los casos de proximidad** a la costa y/o veriles insuficientes, contando con una eficaz vigilancia de fondeo, el conocimiento de los límites de la costa que representan el riesgo de varada, así como las características de la máquina del buque para prepararse a evolucionar y obtener la respuesta esperada. Para estos casos también necesariamente deberá conocerse, previamente, el comportamiento del buque a la deriva para las condiciones de tiempo consideradas, determinada por los diagramas de maniobra.
- **En las zonas de elevada congestión y obstáculos**, la distancia de seguridad (d) de un buque a otro será determinada por, $d = (k + 1) * E$, en la que E es la dimensión de la eslora del buque y k es un coeficiente cuyo valor depende de varios factores entre ellos:
 - 1- La intensidad de la marejada que penetre en la rada o zona de fondeo.
 - 2- La sonda al considerar los efectos multiplicadores de las fuerzas sobre el buque (efecto aguas someras).
 - 3- La cantidad de cadena a filar para prevenir el garreo, la naturaleza del fondo y 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.

2.2. Maniobra para fondear.

Una vez 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 a la máquina.

Las fases serán las siguientes:

➤ **Fase de aproximación:**

En la cual, como en toda maniobra, se tendrá en cuenta el control del rumbo, la velocidad del buque y las distancias de seguridad a respetar, tanto de otros buques que ya ocupen la zona del fondeadero, como de 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. También se tendrá en cuenta el rumbo y velocidad de aproximación, procediendo al fondeadero a la velocidad mínima de gobierno, tal que pueda controlarse por propulsión y efecto del timón, el acceso al punto elegido para dar fondo. Para ello, también se atenderá a 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. Respecto al rumbo de aproximación, siempre es preferible tener 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 los parámetros de estos agentes externos, 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, etc....).

➤ **Fase de preparación:**

Se realizará una preparación previa de la maniobra si el tiempo lo permite, es decir, sin que el castillo de proa esté barrido por embarques de mar que pongan en precario la seguridad de los tripulantes que asistan a la maniobra. 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, contramaestre 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.

Generalmente, preparar para fondear 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 solo preparar la maniobra según el procedimiento de fondeo elegido.

➤ **Fase de dar fondo:**

En esta fase se tienen en cuenta varios procedimientos para dar fondo. Si bien alguno de los métodos ha sido forzado por las especiales características de los buques de gran tamaño, todos pueden ser utilizados en cualquier circunstancia y tipo de buque puesto 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).

Teniendo en cuenta el calado de la zona escogido se realizara un procedimiento:

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,

provoque que esta impacte contra el casco. Posteriormente 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. Luego, se aguarda hasta que el buque haga cabeza sobre el ancla, es decir, hasta que solicitado por los efectos de los agentes externos haya estirado la cadena sobre el fondo y forme una catenaria de trabajo. Esto viene a significar que la cadena deje de trabajar a pique (vertical) y tienda a llamar de largo (ligeramente). Mantenido 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. En este tipo de procedimiento hay que tener en cuenta 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 la 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.

➤ **Fase de culminación de la maniobra:**

Una vez fondeado el buque por cualquiera de los procedimientos citados, debe mantenerse en observación para comprobar que efectivamente el sistema cumple con su cometido eficazmente. 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.).

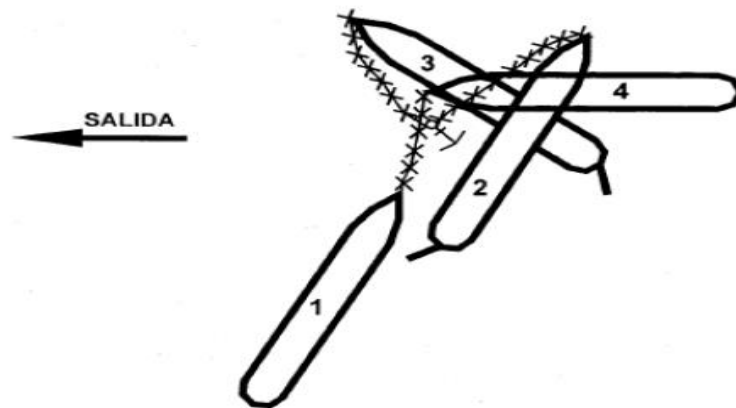
- Fase de mantenimiento de la situación:

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 y 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 encalmados 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: una, filar más cadena si fuera posible por su disponibilidad o márgenes de distancia seguras con el entorno, o bien 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 (caso del próximo apartado), o tal como se indicaba en el apartado de aplicaciones del fondeo, mantener un control de la proa sobre las dos anclas con máquina avante. 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.

- **Fase de salida de un fondeadero estando fondeado con una sola ancla y con cualquier viento:**



(10) Esquema de salida de la zona de fondeo.

Para salir de un fondeadero en tiempo calmo es aconsejable aproar primero el buque a la salida, lo que se consigue virando el buque sobre el ancla. Partiendo de la posición (1) en la que el buque se encuentre fondeado se da máquina avante con timón a la vía, con lo cual el buque se dirigirá hacia el ancla. Al alcanzar la posición (2) la cadena estará llamando por la popa y al dar máquinas poco avante y poner el timón a la banda de babor el barco virará hasta la

posición (3), en la que se puede cobrar del ancla desplazándose la proa al punto en el que está fondeado, con lo que se podrá levantar quedando el barco aproado a la salida (4). Si hay viento la maniobra de dejar el fondeadero es sencilla ya que el buque caerá fácilmente a una u otra banda. Si el rumbo de salida es de través con el viento debe tenerse mucha precaución mientras se leva el ancla, de no recibir el viento por la amura de la banda a la que se debe caer para dirigirse a la salida; si esto ocurre será muy difícil virar al buque contra el viento. Si el buque es de dos hélices, la maniobra de virar para orientarse a la salida es mucho más rápida, ya que basta con dar avante la hélice de la banda opuesta al ancla fondeada.

2.2.1. Señalización de la posición de fondeo.

El Reglamento Internacional para la Prevención de Abordajes (RIPA) de 1972 y la Resolución A.910 (22) aprobada el 29 de noviembre de 2001 establecen la señalización que debe tener un buque. Concretamente la regla 30 regula lo referente a buques fondeados:

- a) Los buques fondeados exhibirán en el lugar más visible:
 - i) En la parte de proa o cerca de ella, una luz blanca todo horizonte o una bola (señal diurna).
 - ii) En la popa, o cerca de ella, y a una altura inferior a la de la luz prescrita en el apartado I), una luz blanca todo horizonte.
- b) Los buques de eslora inferior a 50 metros podrán exhibir una luz blanca todo horizonte en el lugar más visible, en vez de las luces prescritas en el párrafo a) de esta Regla.
- c) Los buques fondeados podrán utilizar sus luces de trabajo o equivalentes, para iluminar sus cubiertas. En los buques de 100 metros de eslora o más, la utilización de las mencionadas luces será obligatoria.
- d) Además de las luces prescritas en los párrafos a) o b) de esta Regla, un buque varado exhibirá en el lugar más visible:
 - i) Dos luces rojas todo horizonte en línea vertical.
 - ii) Tres bolas (señal diurna) en línea vertical.

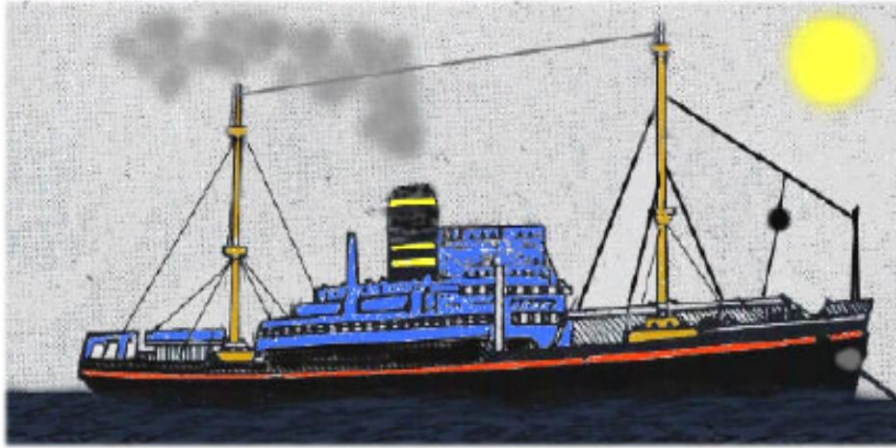
- e) Las embarcaciones de menos de 7 metros de eslora, cuando estén fondeadas en un lugar que no esté dentro ni cerca de un canal angosto, paso, fondeadero o zona de navegación frecuente, no tendrán obligación de exhibir las luces o marcas prescritas en los párrafos a) y b) de esta Regla.



(11) Buque fondeado. Eslora menor de 50 metros. De noche. (Regla 30 b).



(12) Buque fondeado. Eslora mayor de 50 metros. De noche. (Regla 30 a) I) y II)).



(13) Buque fondeado. De día.(Regla 30 a I)

3. Maniobra de atraque.

3.1.1. Definición.

La maniobra de atraque de un buque se define por las operaciones que realiza un buque para tomar puerto y quedar amarrado, tanto al muelle como a otro buque de costado (Abarloamiento). Generalmente implica la toma de un práctico (un asesor que ayuda al capitán a ejecutar la maniobra, pues conoce bien el puerto y el idioma local, dirigiendo a los remolcadores) y la toma de uno o más remolcadores (que ayudan a girar la proa y la popa del barco para que pase por los canales y las dársenas, hasta que llega a su lugar de amarre, donde se hará firme la posición del buque mediante la sujeción del mismo por medio de cabos u otros sistemas actualmente utilizados).

3.1.2. Equipos que intervienen en la maniobra de atraque.

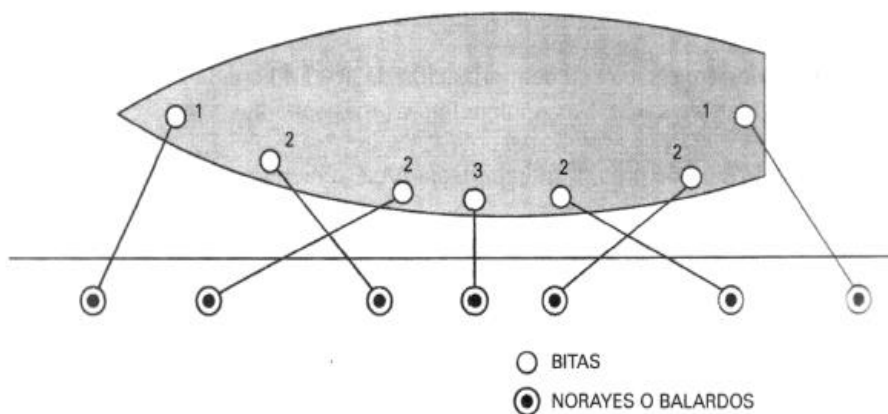
En la maniobra de atraque se hace uso de una serie de elementos del buque y otros externos como los remolcadores. Si fuese necesario, se dispone de estos últimos para que la maniobra se realice con seguridad y de manera efectiva. Cabe señalar que estos elementos suelen estar en su mayoría tanto en proa como en popa del buque.

En cuanto a la relación de los elementos del buque se componen principalmente de:

- Motor principal del buque. - Molinetes
- Hélice (o Hélices en caso de tener más de una).
- Hélices de maniobra. - Monaguillos
- Cabos. - Gateras.
- Bitas - Cabrestantes.
- Timón. - Carreteles.
- Cornamusas. - Guía - Cabos.

Entre los cabos de amarre se encuentran diferentes denominaciones de acuerdo a la posición en la que trabajan. Se conocen por el nombre de *Amarras* y sus denominaciones son:

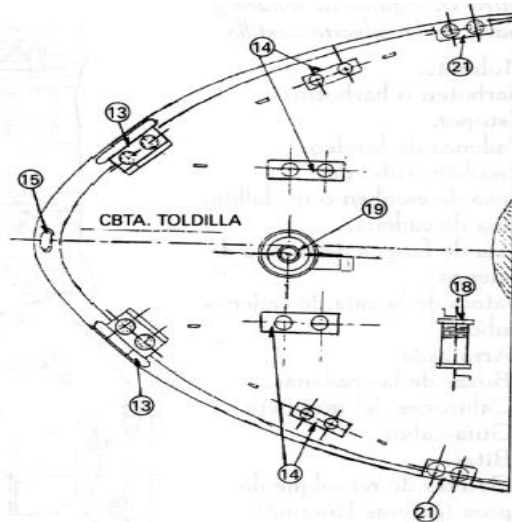
- **Largo:** el cabo sale de proa y trabaja hacia la popa o bien sale de popa y trabaja hacia la proa. Suelen formar por lo general un ángulo de 30° con la línea del muelle donde se encuentra atracado el buque o con la línea de crujía de este.
- **Través:** este trabaja en sentido perpendicular al plano longitudinal del buque, siendo de 90° el ángulo formado entre la línea de crujía y el muelle.
- **Spring:** se da desde la zona central del buque, se coloca de proa a la parte del muelle donde se encuentra la popa, o se da de popa hacia la parte del muelle donde reside la proa.



(1) Cabos de maniobra. 1. Largo. 2. Través. 3. Spring.

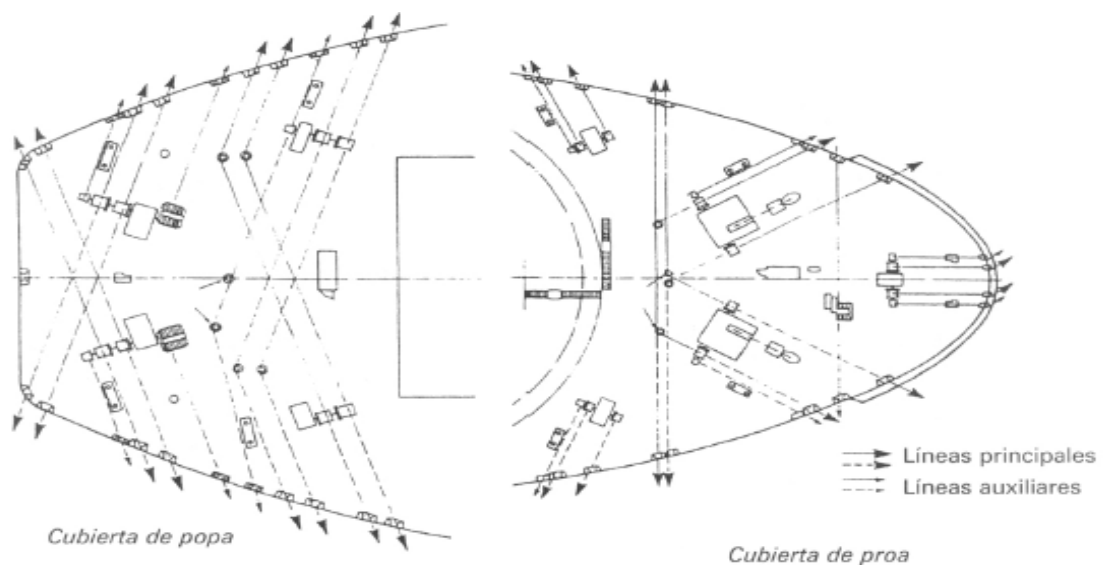
Los cabos no solo mantienen el buque fijo al muelle, sino que se emplean en otros procedimientos como las maniobras de remolque que se detallaran más adelante. Cuando un buque queda amarrado debe procurarse que todos los cabos queden trabajando de igual manera, de no ser así solo uno soportara toda la tensión y acabara rompiendo, lo cual no solo derivaría en un posible problema para el buque sino que podría ocasionar la muerte a cualquier persona cerca del cabo en cuestión.

- 13. Guía-cabos de costado.
- 14. Bitas.
- 15. Gatera de remolque de popa (gatera Panamá).
- 18. Carretel.
- 19. Cabrestante.
- 21. Escobenes de costado o guías.



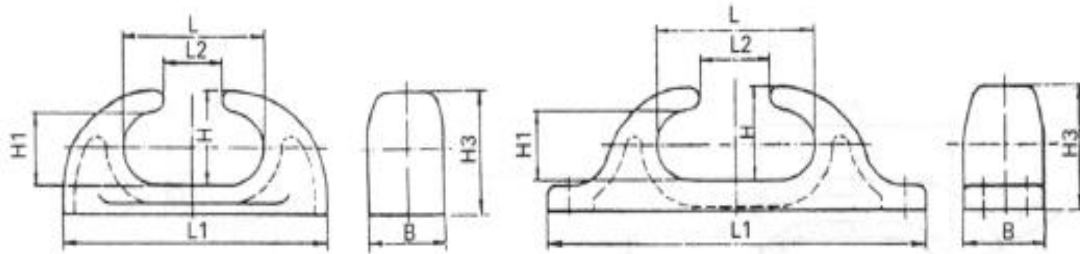
(2) Equipo de amarre en la cubierta de toldilla.

Los cabos trabajan sobre un sistema conformado por varios elementos (Fig.2) y se encuentran dispuestos en proa y popa como muestra la figura (Fig.3) en el caso de un buque tipo LNG Carrier.



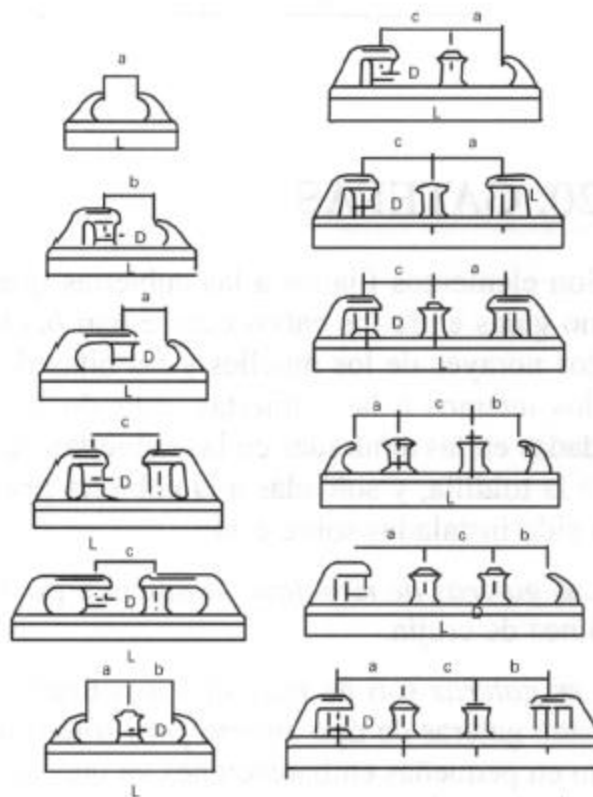
(3) Disposición de las líneas a proa y popa de un buque.

Para evitar roces con las amuras o tapas de la regala, los cabos suelen pasar por las guías, que tienen la función de cómo su nombre indica guiar los cabos en las diferentes maniobras.



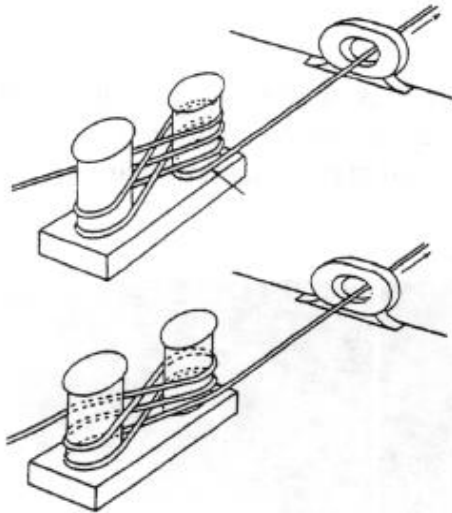
(4) Guía - Cabos.

También están las guías reforzadas, provistas de rodillos, que le permiten trabajar con tensiones mayores. Se colocan en proa en la cubierta del castillo tanto a babor como a estribor, en zonas donde se efectúan aligeramientos en las amuradas y, se suelen llamar *Alavanes de proa* así como *Alavanes de popa* los que se disponen en la cubierta de toldilla.

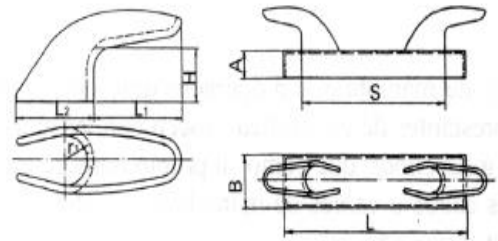


(5) Diferentes tipos de Guía - cabos y Alavanes.

Entre los elementos también encontramos las cornamusas (Fig.6), elementos para el amarre de los cabos que generalmente se encuentran ubicados sobre la tapa de la regala y pueden presentar diferentes formas.



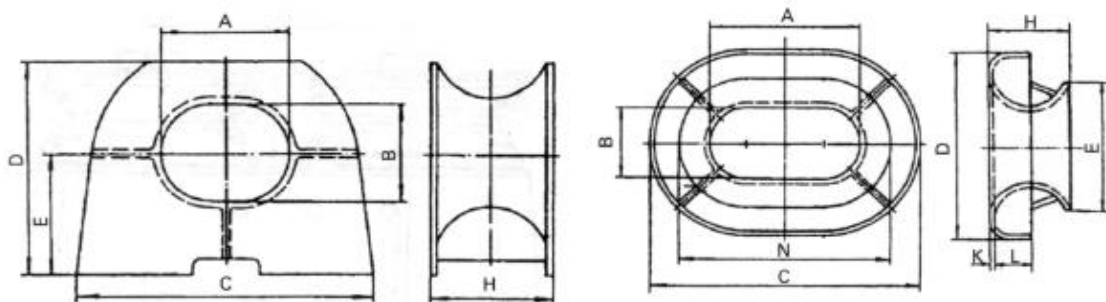
(7) Bitas.



(6) Cornamusas.

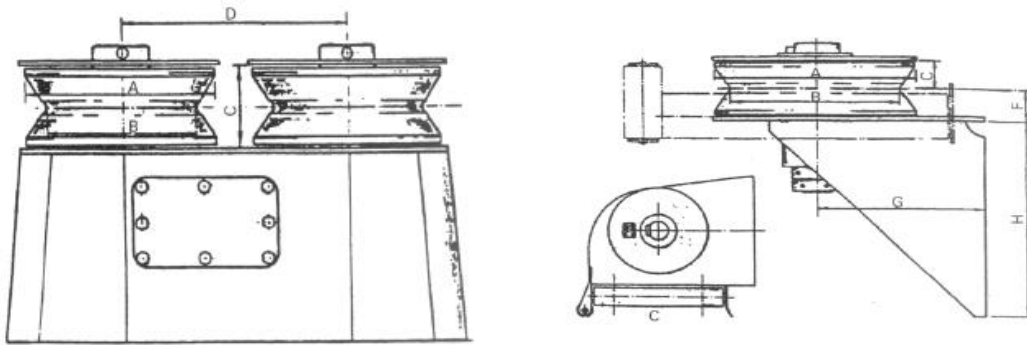
Las bitas (Fig.7) se utilizan para hacer firmes los cabos a las cubiertas del buque y están formadas por una base desde la que salen dos cilindros de eje perpendicular. Normalmente el número de bitas dependerá del tipo de buque, aunque por lo general suelen ir cuatro sobre cubierta de castillo y otras cuatro sobre la cubierta de toldilla.

Las gateras son los elementos fijados en cubierta que actúan como guía a los cabos que ya se han hecho firmes en los norayes del muelle y las bitas del buque y, están soldadas en las amuradas del castillo y toldilla o sobre la cubierta si están en esta. Existen diferentes tipos: las de remolque que se sitúan a proa y popa del buque (cuentan con un debido refuerzo), las abiertas, con rodillo o sin él, las gateras de panamá.



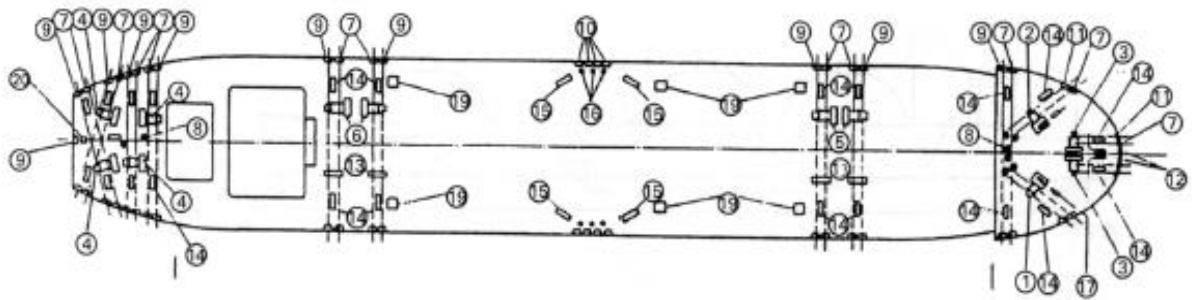
(8) Gaterra tipo Panamá. De cubierta (Izquierda), De mamparo o costado (Derecha).

Las torretas son dispositivos instalados sobre la cubierta para que se pueda trabajar con los cabos en diferentes direcciones, se colocan frente a los tambores o cabirones de esta manera se podrá tirar de forma correcta, sin causar tensiones innecesarias, y estableciendo un punto de ruptura en caso de que fuese a romper un elemento, sea en dicho sitio.



(9) Torreta doble o guía de retorno de cubierta. (10) Torreta simple o guía de retorno de mamparo.

Por último, un conjunto de todos estos equipos mencionados, planteados en una misma imagen, de modo que se representa una idea en conjunto del sistema de maniobras utilizado por el buque durante el proceso de amarre o desatraque, que interactúa directamente con los cabos y amarras.



- | | |
|---|--|
| 1. Molinete combinado para cadenas y maniobra de cabos. | 14. Bita vertical de 600 mm de diámetro. |
| 3 a 6. Maquinilla de un solo tambor para maniobras. | 15. Bita vertical de 300 mm de diámetro. |
| 7. Rodillo universal. | 16. Bita cruciforme de 600 mm de diámetro. |
| 8. Torreta o guía de retorno. | 17. Estopor de cadena. |
| 9. Gatera Panamá (600x300) abierta montada en cubierta. | 18. Estopor de cadena. |
| 10. Escobén de costado (450x300) cerrado. | 19. Maquinilla de maniobra de costado. |
| 11. Gatera Panamá (600x300) abierta sobre mamparo. | |
| 12. Gatera Panamá (600x400) abierto sobre mamparo. | |

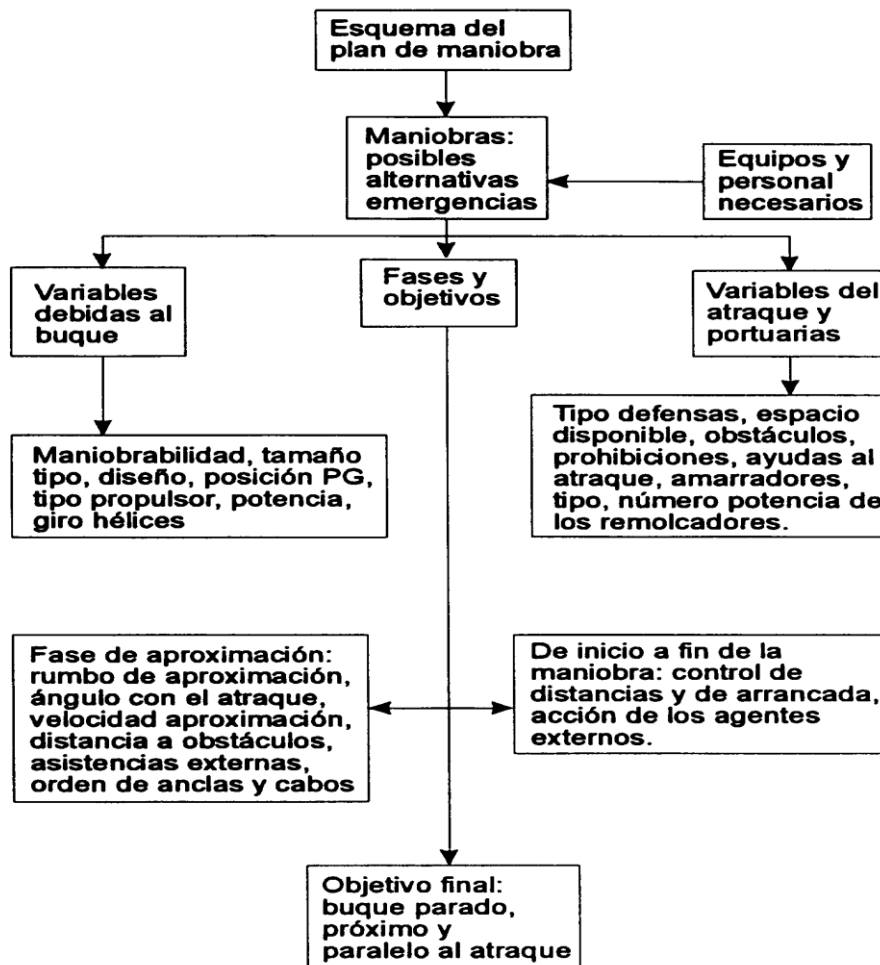
(11) Conjunto de equipos de maniobra.

3.1.3. Planteamiento esquemático de la maniobra.

La realización de una maniobra de atraque se llevará a cabo teniendo en cuenta que cada maniobra es diferente. Esto se debe a que se realiza en un entorno específico, en donde intervienen numerosas variables de parámetros difícilmente cuantificables, dado su orden errático, acaecido en períodos de tiempo muy cortos. De modo que no pueden dejarse al azar todas aquellas acciones a llevar a cabo para una correcta y segura maniobra, puesto que lo que no haya sido previsto requerirá improvisaciones, a veces coherentes, en otras atropelladas, siempre sin poder precisar la suerte o el resultado final.

Las maniobras deben planificarse con antelación suficiente, considerando los condicionantes que son impuestos por terceras personas cuando asignan al buque un espacio de atraque, siempre relacionada con unas instalaciones terrestres, las correspondientes limitaciones espaciales que comporta y las características de la organización portuaria implicada.

Con estas constantes, el buque debe disponer de un plan de maniobra que se ajuste a lo que se espera realizar, lo cual o implica que se deje de mantener una puerta abierta a ciertas respuestas fruto de la experiencia profesional, para cubrir las lagunas que la maniobra vaya mostrando, aunque estas deban ser mínimas. Tampoco debe olvidarse que toda maniobra puede tener varias soluciones según el planteamiento inicial desarrollado, ello en base al punto de vista de quién lo haya diseñado, por lo que, en cualquier caso, el objetivo es la realización de la maniobra, ejecutada en el menor tiempo y con la mayor seguridad, tanto para el buque propio como los ajenos y del entorno donde se lleva a cabo. El esquema hace el seguimiento de consideraciones que todo oficial debería tener en cuenta antes de realizar el planteamiento previo de cualquier maniobra.



(12) Esquema del pan de maniobras.

La preparación del plan de maniobra aportará el conocimiento previo de los equipos que deberán disponerse para uso posterior, el personal necesario para realizarlo, la disposición previa de las defensas en complemento de las disponibles en el atraque, las previsiones de utilización de las máquinas, la propia duración de la maniobra con la asistencia de remolcadores, su situación en el buque y método de firmes, la identificación de los puntos más significativos y críticos a salvar, la seguridad de utilizar las anclas o su preparación para casos de emergencia y, en general, todas aquellas necesidades que por la singularidad del buque deban considerarse.

El plan de maniobra incluirá las maniobras posibles que son consideradas ordinarias, en unión de las posibilidades del buque y de las asistencias disponibles. De todas ellas,

se elegirá aquella que represente menos dificultades, menos movimientos de máquinas, menos asistencia, menos tiempo y mayor seguridad ante imprevistos. Una vez iniciada sólo debe cambiar en casos de alteración significativa de las circunstancias y condiciones, lo que puede significar una adaptación de los parámetros al nuevo planteamiento o cambiar radicalmente, si todavía se está a tiempo, a otra de las maniobras alternativas que anteriormente se habían valorado; de ahí la importancia de tener estudiadas otras posibilidades de actuación.

Las maniobras de emergencia no solo incluirán la determinación de qué aspectos conllevan a dicha situación, sino también su desarrollo a partir de un momento dado, por ejemplo las que resulten de averías inesperadas en el propulsor, en el equipo de cadenas, la rotura de remolques, entre otras que interrumpen súbitamente la continuidad de la maniobra y que precisan de una respuesta inmediata que vuelva a poner la situación bajo control.

Las situaciones de emergencia pueden determinarse cuando en la etapa de la definición del plan de maniobra se van considerando las hipótesis de acaecimiento que sean posibles, como la rotura de la cadena haciendo reviro sobre ella, el fallo de timón al paso por la bahía del puerto, la falta del remolque de popa cuando aguanta su caída al muelle, la caída de persona al agua en los puntos críticos de menor espacio de maniobra o de mayor velocidad, etc.

El conocimiento previo de las maniobras, tanto de la definitiva como de las alternativas, y las de emergencia, constituyen en su conjunto un índice de valoración para pedir las asistencias de maniobra necesarias, que quedarán plenamente justificadas por lo razonadas y lógicas. Mientras que, en caso contrario, siempre queda la duda de saber si se está maniobrando por rutina o por criterios que no son los puramente técnicos.

La fase más significativa de la maniobra de atraque es la de aproximación, tanto a mayor distancia para instalaciones abiertas (pantalanes), como la menor en la etapa final de la misma. El factor condicionante será la velocidad en que se efectúa dicha

aproximación, en especial al ser relacionada con el desplazamiento del buque y las características de respuesta de sus máquinas.

La velocidad de aproximación, en términos generales, debe coincidir con la mínima de gobierno, es decir, la que se consigue por velocidad de arrancada, menor que la velocidad aportada por la inferior orden de máquina avante, con paladas avante suficiente, en cualquier caso, para aportar suficiente agua a la pala del timón y crear el imprescindible par evolutivo. La condición mínima de gobierno imprime el carácter idóneo para realizar los procedimientos pausadamente y manteniendo la situación bajo control.

Una velocidad aceptable en dicha fase para buques de hasta tamaños medios es aproximadamente de 2 nudos (60 m/min), mientras que velocidades inferiores requerirán la asistencia longitudinal de remolcador. El control de las velocidades, en especial para grandes buques, debe hacerse por equipo Doppler, situaciones radar o demoras, referencias a objetos significativos próximos, etc. Debe recordarse que es mejor varias velocidades cortas adquiridas por máquina que una elevada que luego deba ser reducida con la inversión del propulsor, del mismo modo que es preferible llegar casi parado a una eslora del atraque y desde allí iniciar la maniobra de aproximación final, si bien, siempre que la acción de los agentes externos no representen una variación de las condiciones alcanzadas.

El control de las distancias es una consecuencia del control de velocidades, puesto que aquellas deben ser previstas en función de las distancias disponibles por la proa y por el costado de maniobra previsto. No obstante, la presencia de obstáculos adicionales, como son boyas, muertos, bajas sondas, configuraciones especiales del atraque o la presencia de otros buques, no son siempre producto de una velocidad de aproximación como tal, sino del giro, caída o variación de las cabezas hacia ellos. La definición previa de la distancia que se considera segura según el tipo de obstáculos facilitará la toma de decisiones con antelación suficiente a la propia situación de aproximación excesiva, y es evidente que precisa de esa determinación, ya que cada observador tendrá una valoración distinta del término distancia segura o mínima, a veces

influyendo tan solo la proximidad del observador al objeto crítico, como sucede con la valoración que obtiene el oficial que está en el puente de a otro a proa a popa respecto a un bote, una boya o el perfil del muelle.

El conocimiento completo y exhaustivo que se tenga de la maniobrabilidad del buque, en base a las pruebas realizadas a priori, supondrá la posibilidad de usar un mayor número de opciones, con mayor posibilidad de respuestas positivas en el comportamiento del buque a la maniobra.

Finalmente, los planteamientos de la maniobra no son válidos para cualquier buque, sino para el propio. Dicho de otro modo, una maniobra puede no ser oportuna para otro buque de similares características, aunque sea dirigido por la misma persona en períodos distintos, ya que aun siendo parecidas las respuestas, nunca serán iguales, así como tampoco lo será el resultado esperado, ni las condiciones de tiempo presentes, las personas que intervengan, la hora del día en que se realizan. Esta realidad refuerza la idea de la variabilidad de los aspectos que intervienen en la maniobra.

3.1.4. Áreas de maniobra.

Uno de los factores más importantes a tener en cuenta en una maniobra es el área donde se va a realizar. Dentro del concepto de áreas de maniobra se engloban las zonas que tienen al menos una de las finalidades siguientes:

- Parar el buque.
- Revirar el buque.
- Dar arrancada al buque.

Cuando un barco se aproxima a un puerto o a una terminal, ya sea navegando desde el mar abierto o por una vía de navegación, debe hacerlo a una velocidad mínima suficiente para mantener la navegación controlada en función de las características del emplazamiento y de las condiciones climáticas existentes. Antes de que el buque efectúe las maniobras de atraque debe poder reducir su velocidad prácticamente a cero,

necesitando un espacio suficiente para que esta parada del buque pueda desarrollarse en condiciones seguras.

Por otra parte, simultánea o posteriormente a la operación anterior es necesario en un gran número de casos que el buque cambie su orientación, girando en espacios reducidos para adecuarse a la alineación requerida por el muelle o atraque que vaya a ocupar.

El proceso es similar en las maniobras de salida, pudiendo requerirse reviro de buques y aceleración de su movimiento para alcanzar las condiciones necesarias de navegación para abandonar el puerto en condiciones de seguridad.

Los espacios necesarios para esta doble función de parada o aceleración y reviro del buque se engloban dentro del concepto de áreas de maniobra, ya que frecuentemente son operaciones interconectadas y que en ocasiones pueden desarrollarse en un mismo espacio.

En cuanto a la dimensión de las áreas de maniobra, depende fundamentalmente de los aspectos siguientes:

- El tamaño y características de los buques más desfavorables que se prevé recibir y que pudieran no ser los mayores, por lo que se precisará analizar diversos tipos de buques.
- El volumen y naturaleza del tráfico, así como las velocidades admisibles de navegación con que los buques acceden a estas áreas.
- Las características geométricas de los espacios en los que deben desarrollarse estas maniobras.
- El clima marítimo existente en la zona y en particular las condiciones límites de operación que se establezcan para la realización de las maniobras.
- Los efectos de caída lateral de la popa que se producen en las fases finales de la maniobra y que son más acusados en los buques de formas llenas, a bajas

velocidades y más acentuados cuanto más elevada es la profundidad de agua y cuanto mayor es el régimen de máquina atrás utilizado en la maniobra.

- La disponibilidad de remolcadores y las características de los mismos para la realización de las diferentes operaciones asociadas a la maniobra.

3.1.5 Remolcadores.

Otro de los factores a tener en cuenta en una maniobra es la necesidad o no del uso de remolcadores. Es algo que dependerá de la consideración de la eficiencia de los propios medios, en base a lo cual se recurrirá o no a la asistencia de los remolcadores y sus peculiares forma de trabajo, siempre y cuando exista una adecuada comunicación en la ejecución de la maniobra que deberá realizarse con órdenes claras y concisas que permitan un desarrollo seguro y deseado.

El uso de este servicio también se lleva a cabo por razones económicas, al ser aplicados criterios de rentabilidad en la explotación del buque, que requieren una reducción en los tiempos de maniobra sin dejar de lado la seguridad.

A la hora de tomar el remolque en puerto se realiza una planificación previa y se tienen en cuenta varios factores:

- El máximo de los factores externos que puedan afectar al buque en la maniobra: en función de ello se decidirá el número y tiro total de los remolcadores a solicitar. Esto puede variar durante la maniobra pudiendo llegar a ser necesario requerir más o menos soporte de algún otro remolcador.
- La distribución que se puede conseguir: debido a que esto condicionará el número de remolcadores que puede intervenir sin perder su libertad de movimiento y por tanto evolucionar de la forma prevista en la maniobra.
- Finalmente, la resistencia estructural y la presión a la que estarán sometidas algunas partes del buque.

Los buques de reciente construcción ya llevan en su costado la indicación expresa de dónde deben ser aplicadas las fuerzas de un remolcador y, a veces, por exclusión, donde no son aconsejados efectuarlos. Esta distribución específica para un determinado buque, crea limitaciones en la elección de la situación deseada de aplicación de la asistencia de los remolcadores.

Entre otros factores se tendrá en cuenta por parte de los remolcadores: el tiro del remolcador, el tiempo total en que reacciona a una orden y el sistema del mismo (americano o europeo).

Hoy en día se utilizan diferentes tipos de remolcadores de puerto dependiendo del lugar donde realizan su labor y del método de remolque que se utilice. Así tenemos en Europa el sistema de remolque con cabo de tiro firme a popa, mientras en América emplean el remolque de empuje con retenida y en Oriente el remolque es con tiro inverso con el cabo hecho firme a proa.

Los remolcadores se constituyen en dos grandes grupos:

- 1) Remolcadores con el punto de tiro a popa del empuje.
- 2) Remolcadores con el punto de tiro a proa del empuje.

La referencia de empuje corresponde al propulsor del remolcador y el punto de tiro al gancho o maquinilla de remolque. Así pues, los remolcadores cuyos propulsores o empuje estén situados a popa del punto de tiro se les conoce como remolcadores convencionales, siendo los más conocidos y utilizados en los puertos. Pueden estar dotados de un solo propulsor y de un timón, aunque es frecuente encontrarse con remolcadores con dos propulsores, dos timones y con toberas que les permite aumentar la potencia de tiro. En cuanto a los remolcadores cuyo punto de tiro este a popa de los propulsores, se les conoce como tractores.

Atendiendo al tipo de operación y a la misión a realizar por el remolcador, se pueden dividir en: remolcadores de puerto, remolcadores de puerto y altura y remolcadores de

altura y salvamento, aunque también pueden existir remolcadores que realicen los tres tipos de operaciones.

Los distintos tipos se caracterizan por:

- **Remolcador de puerto:** es el que se emplea en el tráfico interior de puerto. Eslora de entre 20 y 30 metros.
- **Remolcador de puerto y altura:** sus operaciones pueden dividirse entre servicios de puerto para auxiliar a grandes buques, amarre de súper tanques a monoboyas, remolques costeros de altura etc.
- **Remolcador de altura y salvamento:** es el remolcador que por su tamaño y potencia le permite efectuar remolques oceánicos y prestar asistencia a los buques en peligro en alta mar.

En términos generales los remolcadores permitirán a un buque durante su maniobra: dar escolta en zonas de alto riesgo, asistir al buque en maniobras de atraque y desatraque, asistir al buque durante el reviro en área de reducido espacio, ayudar a parar al buque, dar apoyo necesario en situaciones de exceso de viento, oleaje o corrientes en situaciones en las que el buque navega a baja velocidad y sus equipos de maniobras son menos efectivos.

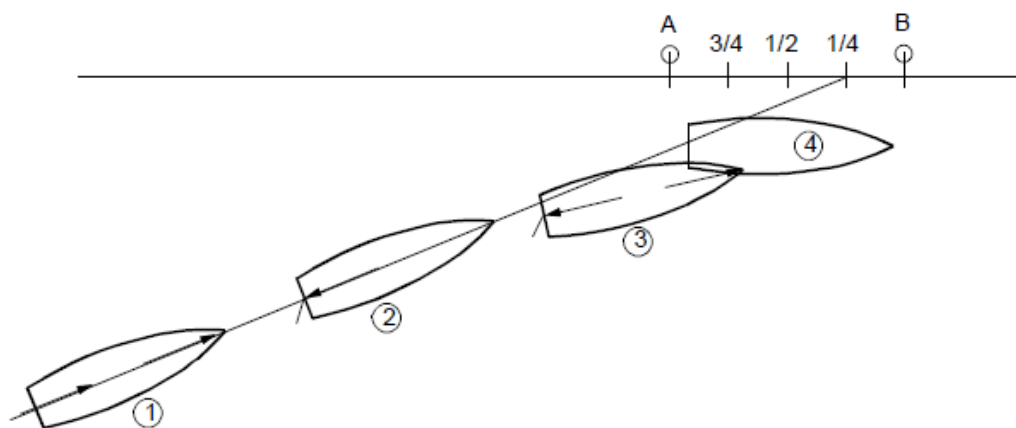
3.1.6. Tipos de maniobra de atraque.

Para el planteamiento teórico de la evolución de diferentes tipos de maniobras se considera que el buque tiene arrancada avante y la hélice es dextrógira. Existen varios modelos a la hora de atracar y se dividirán en cuatro partes o momentos durante la maniobra.

- **Modelo 1.** Buque de una hélice: atraque en su costado de babor al muelle.
 - En la posición (1), el buque navegará a la velocidad mínima de gobierno, derecho a un punto situado a E/4 a popa del límite en que deba quedar la

proa del buque, con un rumbo de aproximación que coincida con un ángulo de abertura respecto al muelle de unas dos cuartas (20° a 25°).

- En la posición (2), aproximadamente a la distancia de una eslora del muelle, máquina media atrás y timón todo a estribor (Er).
- En la posición (3), en las mismas condiciones a las ordenadas en la posición anterior, el buque está cayendo a estribor por efecto del timón y la presión lateral de las palas de la hélice (las dos actúan en el mismo sentido), y disminuyendo la velocidad avante.
- En la posición (4), se debe parar máquinas, una vez ha perdido toda su arrancada avante y antes de que inicie la arrancada atrás. En estas circunstancias, el buque se encuentra parado, paralelo y próximo al atraque.

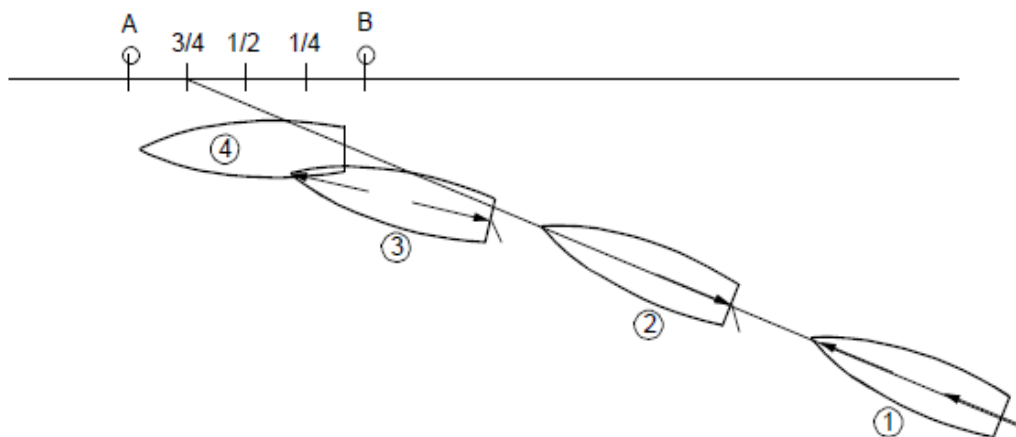


(13) Atraque por el costado de Babor.

➤ **Modelo 2.** Buque de una hélice: atraque en su costado de estribor al muelle.

- En la posición (1), el buque navega a la velocidad mínima de gobierno, derecho a la mitad del atraque disponible y con un rumbo de aproximación que coincida con un ángulo de abertura de una cuarta o el mínimo posible (ausencia de obstáculos a popa del punto B).
- En la posición (2), palada avante, timón todo a babor (Br) e inmediatamente para y media atrás.

- En la posición (3), siguen las mismas órdenes dadas en (2), el buque cayendo a babor por el efecto del timón con menor intensidad por el efecto contrario de la presión lateral de las palas de la hélice.
- En la posición (4), para máquinas cuando ha quedado sin arrancada o antes, si la presión lateral de la hélice es superior a la acción del timón. Buque parado, próximo y paralelo.



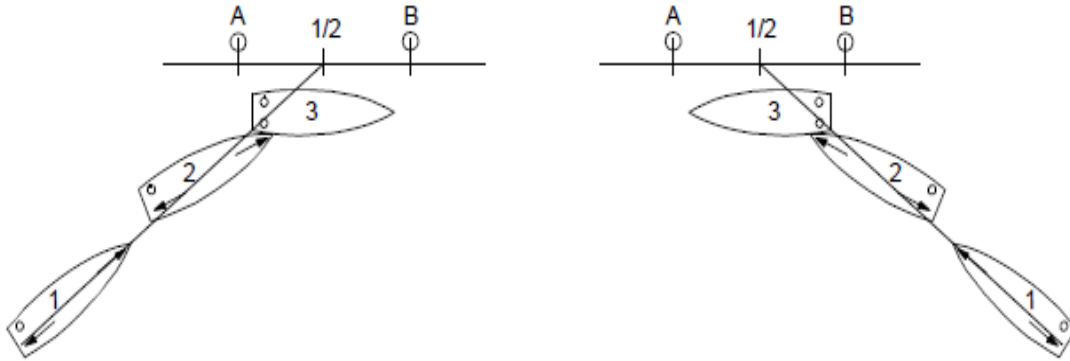
(14) Atraque por el costado de estribor.

- **Modelo 3.** Buque de dos hélices: atraque por cualquiera de sus dos bandas al muelle.

Tanto para una como otra banda de atraque, la maniobra consistirá en:

- En la posición (1), el buque navega a la velocidad mínima de gobierno, derecho a la mitad del atraque disponible y con un rumbo de aproximación que coincida con un ángulo de abertura entre 1 y 1,5 cuartas.
- En la posición (2), a la distancia de 1 eslora por la proa, atrás media el motor de afuera y parado el de dentro, timón afuera de 10 a 15°.
- En la posición (3), siguen las mismas órdenes dadas en (2), con el buque cayendo a la banda de fuera por el par creado por el propulsor de la misma banda, ayudado por el timón.

- En la posición (4), para máquinas cuando ha quedado sin arrancada. Buque parado, próximo y paralelo.



(15) Atraque, Buque de dos hélices a ambas bandas.

3.1.7. Maniobras y el efecto del viento sobre estas.

El viento es el factor principal en la importante práctica del proceso de la maniobra, uno de los elementos que sobresalen en la dinámica de los efectos externos que afectan al buque. En tal sentido, si este es intenso ofrece una gran influencia sobre la acción del timón y de las hélices en la marcha avante, constituyendo una característica especial en la marcha atrás en tanto que destruye todas las leyes de las evoluciones a la hora de ciar.

Dicho esto, el grado de su influencia sobre un buque depende, naturalmente, del estado de carga. De tal forma que, una brisa que sople con una fuerza de 3 o 4 tendrá el mismo efecto sobre un buque en lastre que aquel viento de fuerza 5 o 6 sobre un barco a media carga, o bien 7 u 8 con carga completa.

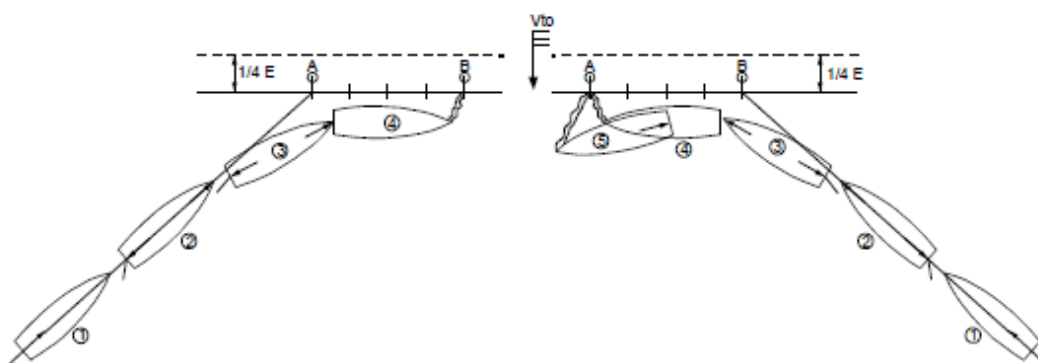
Cuando no existe viento, ni oleaje, ni otras acciones exteriores, la posición de equilibrio con un buque en marcha avante se alcanzará manteniendo el timón prácticamente a la vía. Si hay viento y/o mar el buque tenderá a caer hacia una u otra

banda y para conseguir navegar a un rumbo estable se deberá aplicar unos grados de timón a la banda opuesta a efectos de contrarrestar esa tendencia. El ángulo de deflexión de la pala será tanto mayor cuanto más intensa sea la acción de las fuerzas exteriores actuantes y, el timón se tendrá que dejar constantemente aplicado a la banda para mantener el buque en equilibrio sobre la derrota prevista.

La manera en la que reacciona un buque a la fuerza del viento depende fundamentalmente de la dirección e intensidad del viento aparente, de la forma y distribución de la superestructura de su obra muerta, de la forma de la carena, de la diferencia de calados entre proa y popa y de la dirección y velocidad del movimiento del buque a través del agua.

La forma en que el buque se presentará al viento depende principalmente de la distribución de la superestructura, de la forma de la carena y de la diferencia entre los calados a proa y a popa. Si tiene mayor calado en popa, su proa abatirá relativamente más a sotavento que el otro extremo del buque porque el agua le opondrá menos resistencia. En representación de eso se observan varios casos en los que se realiza la maniobra de atraque en presencia de viento:

➤ **Caso 1.** Viento perpendicular procedente de tierra.



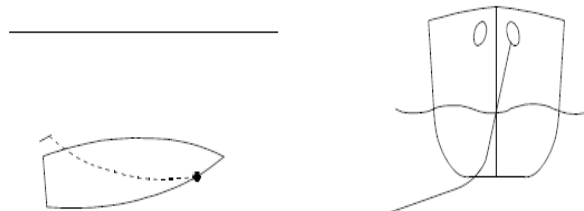
(16) Atraque a la banda de Br y Er con viento proveniente de tierra.

En este caso la maniobra se lleva a cabo con un viento que producirá un abatimiento del buque con tendencia a desplazarlo hacia la mar. La ejecución de la maniobra debe hacerse a un muelle imaginario que se encuentra hacia el interior

de tierra, en una distancia que dependerá de la intensidad del viento y de la superficie de apantallamiento de las superestructuras del buque.

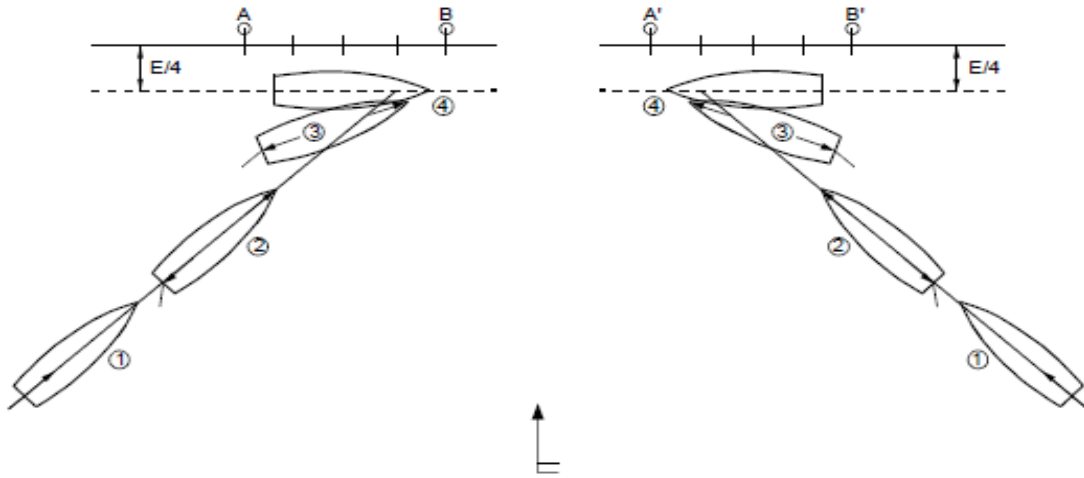
- En la posición (1), velocidad mínima de gobierno, teniendo en cuenta la reducción de velocidad que proporciona el viento de proa. La proa se orienta a una posición muy atrasada, como el punto más a popa final, lo que equivaldría a poner proa a un punto del muelle imaginario situado a $0,75^\circ$ a popa de la posición final. El ángulo de aproximación respecto al muelle, de 1 a 1,5 cuartas que la misma maniobra sin viento.
- En la posición (2), atrás poca, todo timón afuera.
- En la posición (3), lograda la máxima aproximación al muelle se darán los primeros cabos de proa a tierra, sin que trabajen para permitir que la popa pueda seguir cayendo a la banda de dentro.
- En la posición (4), el buque se encontrará paralelo y próximo al muelle, sin embargo, abatiendo a sotavento, por lo que la maniobra de dar cabos a popa debe ser rápida, y en cuanto estén encapillados en tierra virar de proa y popa para llevar el buque al muelle. Si esta posición no se alcanza debido a la fuerte intensidad del viento, puede ser necesario pasar la proa.
- En la posición (5), y luego dar atrás poca de forma que la popa tienda al viento (hacia tierra, lo suficiente para dar los cabos de popa y cobrar de los de proa.

En esta maniobra no es adecuado, salvo necesidad, poder fondear el ancla de fuera, ya que cualquier abatimiento que se produzca lleva al buque sobre la cadena, trabajando por debajo del branque o pantoque (Fig.6).



(17) Fondeo con ancla contraria a la banda de atraque.

➤ **Caso 2.** Viento perpendicular procedente de la mar.

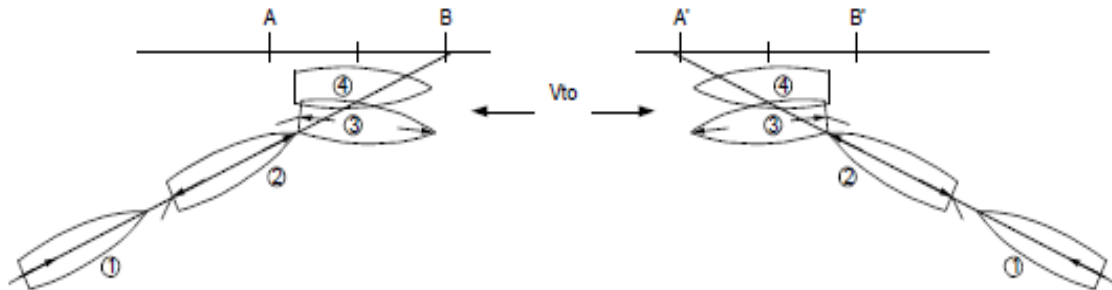


(18) Atraque con viento proveniente de la mar a ambas bandas.

El atraque en estas condiciones es similar al mencionado en la condición de sin viento, según la banda de atraque considerada. La diferencia en este caso consiste en que dado que se sufrirá un abatimiento hacia tierra, el muelle de maniobra será uno imaginario que se encuentre avanzado en la mar una distancia de E dividido por cuatro, de tal forma que la posición final corresponda a la deseada, ligeramente separada del atraque. Debe aprovecharse la fuerza del timón, pues con el Punto de gravedad (PG) a proa, cuando atraque por estribor la presión lateral de la hélice se opone a la caída de la popa, mientras que el atraque por babor se suman. Por otro lado, existe siempre el riesgo de que estando el buque parado sin alcanzar la posición final, el PG situado a popa hará que, en ambos casos, la popa busque el viento, y por tanto la proa siempre hacia el muelle, circunstancia no deseada.

La distancia del muelle imaginario será tanto mayor cuanto más lo sea la intensidad del viento y la lentitud de los equipos disponibles a bordo para el trabajo con las amarras, si bien esta maniobra siempre tiene un cierto riesgo en el control de la distancia de seguridad para no impactar con fuerza sobre el muelle, por lo que las defensas de mano, y, muy especialmente, la distribución y tipo de las defensas portuarias serán un condicionante importante para la seguridad de la maniobra.

➤ **Caso 3.** Viento paralelo al atraque, recibido por la proa.



(19) Viento paralelo al muelle, recibido por proa.

El planteamiento de maniobra es similar a la mencionada para los mismos casos sin viento, si bien la proa se pondrá a un punto más a proa del espacio destinado para el atraque, referido para la maniobra sin viento.

- La posición (4), debe alcanzarse completamente paralelo, o bien algo pasada la proa al viento, es decir, recibido por el costado de atraque, ya que con el atrás residual que pudiera permanecer, la popa iría siempre al viento y la proa hacia tierra.

Por dicha circunstancia, antes de quedar totalmente sin arrancada avante y parado, puede darse una palada avante con timón hacia fuera. Si la popa se aproxima demasiado al muelle, también deberá darse una palada avante, esta vez con timón adentro.

➤ **Caso 4.** Atraque con viento paralelo al muelle, recibido por la popa.

Es la orientación más difícil del viento respecto del buque. No solo aumenta la arrancada del buque avante, con problemas si existen limitaciones de espacio por la proa, sino que al dar atrás el ángulo de la proa respecto a la línea de atraque debe ser lo más pequeña posible, pues de otro modo la proa siempre ira hacia tierra. Esta última condición solo se logra si el buque navega a un rumbo lo más paralelo

posible para recibir el viento por la misma popa y, en todo caso, siempre es más adecuado que reciba el viento por la aleta de afuera por ser los daños de proa de menor cuantía que los de popa, si llega a tocar el muelle. La proa del buque, para atraque por cualquier banda a un punto muy a popa de la situación final que deba quedar.

➤ **Caso 5.** Atraque con viento, recibido por amuras o aletas a ambas bandas.

Para todos los casos se considerará la situación del muelle imaginario ya citado para las maniobras con viento perpendicular de tierra o de la mar, según se reciban por la aleta o amura de tierra o de la mar.

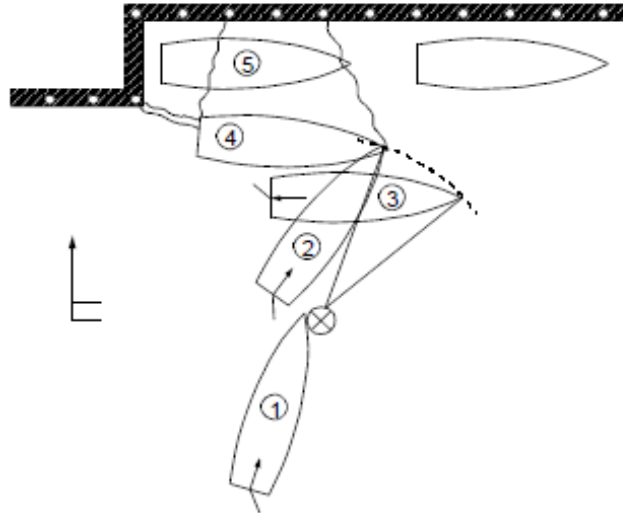
El rumbo de aproximación coincidirá con aquel que proporcione mejor control de la proa, cuando por acción de la presión lateral de la hélice pueda llevar la proa o popa hacia el muelle, del mismo modo que los ángulos de incidencia respecto a la línea de atraque.

A pesar de lo anterior, siempre son preferibles los vientos recibidos a proa del través que los que soplen a popa del mismo, con especial atención a los recibidos por la aleta de afuera, obligando a la adopción de un muelle imaginario más hacia afuera que en cualquiera otra condición, ya que la respuesta del buque no es la más conveniente, además porque se podrá controlar mejor la proa en uno u otro sentido, con la acción avante de la máquina y el efecto del timón que siempre la obedecerá.

➤ **Caso 6.** Atraque con viento proveniente de la mar, haciendo uso del ancla.

Esta maniobra es muy habitual en las fases finales de la aproximación a tierra, ya que proporciona retención en una cabeza de maniobra que no dispone de otros métodos de control, salvo los buques equipados con hélices de maniobra a proa. El supuesto en este caso es el de quedar atracado babor al muelle para la descarga por la rampa de popa, por un buque de todo a popa y en la condición de lastre en las condiciones espaciales que se observan en el esquema (Fig. 9), con limitación a

proa. Con el viento recibido por el costado de estribor (de afuera) y para mayor seguridad dada, la limitación del espacio disponible para colocar el buque, puede suponerse una línea de atraque imaginaria que coincidiera con la prolongación del martillo en el sentido del atraque, controlando la proa con el ancla de estribor y la popa con cabos al ángulo de martillo, dados por babor, una vez a su alcance.



(20) Atraque con empleo de anclas.

- En la posición (1), a unos 125 metros del atraque real, con velocidad mínima de gobierno, se da fondo estribor, poniendo el timón a estribor y parando toda máquina. Con esa acción, el buque tenderá a caer a estribor, mientras se sigue filando de la cadena de estribor hasta que se llega a la posición siguiente. El largo de cadena corresponderá, como mucho, a la distancia que quedaría la proa del buque atracado en el muelle imaginario y correspondiente a la sonda disponible.
- En la Posición (2), el buque empieza a hacer cabeza sobre el ancla fondeada, cayendo a estribor con más rapidez. Si la arrancada es mucha o la cadena trabajase demasiado se dará la máquina atrás necesaria, pero no demasiado para detener la caída de la proa que está realizando el buque, ya que, de iniciar arrancada atrás, la popa tendería al viento perdiendo lo ganado.
- En la posición (3), la popa del buque sigue cayendo a babor. La distancia al ángulo del muelle no tendría que ser preocupante, dado el arco de movimiento

que describe la proa del buque con alejamiento hacia proa; sin embargo, de ser necesario siempre se dispondrá de la máquina en avante poca y timón adentro para el control de la seguridad de popa. En dicha posición se intentará dar los cabos de popa al ángulo del muelle, que si son cortos se podrán pasar a las bitas y lascar sobre ellas lo que pidan cuando la popa pase el través del bolardo en que están encapilladas. A partir de la posición anterior y hasta la posición (4), se podrá ir filando de la cadena para ir acercando la proa al muelle y dar un spring y un largo en esa cabeza. Si la proximidad de la popa al muelle lo permite, se lanzará una sisga a popa para dar un spring, con lo cual el control de distancias, tanto a proa como a popa, para cualquier movimiento longitudinal que el buque adoptara, quedaría asegurado, mientras que el control del abatimiento transversal del buque sobre el atraque se controla con el ancla de estribor y los cabos de la popa que llaman de codera.

- En la posición (5), es de puro trámite correr el buque sobre cabos hasta llevar la popa al alcance de la rampa de popa. Los cabos de popa trabajando de codera y la cadena de estribor se deberán dejar trabajando ligeramente, de forma que, de existir bandazos por la mar recibida por estribor, no castiguen el costado de babor sobre las defensas.

3.1.8. Maniobras de desatraque.

La maniobra de desatracar un buque se plantea en función de las medidas que se hayan considerado en la maniobra de atraque. De modo que muchos de los parámetros que se tuvieron en cuenta volverán a ser de importancia, entre estos: la ayuda adicional de anclas, coderas, hélices de maniobra, remolcadores, etc.

Se tendrán en cuenta los agentes externos y, en todo caso, la dirección de la salida respecto a la proa que mantiene en el atraque. Además, los efectos de las máquinas avante y atrás y los del timón en cada una de ellas.

Si hay viento, se debe aprovechar positivamente para ayudar en las caídas y la separación de la popa respecto a la línea de atraque. Sin embargo, con corriente

siempre será delicado si separa la proa y mete la popa al atraque con daños al equipo propulsor y timón.

La más delicada de las maniobras es con el buque atracado por babor con viento de afuera, en la que la acción de la máquina atrás, sus efectos y la acción del viento se sumará y llevará la popa al muelle con violencia.

Con vientos que se reciban por la popa o por la aleta, debe abrirse la popa hasta tener el viento por el costado de dentro, de esta forma y con el atrás no hay caídas inesperadas.

Con viento duro de afuera, puede requerirse remolcadores, si fuera insuficiente la acción de virar el largo de proa pivotando sobre el cabos de Spring.

Con dos hélices, para abrir la popa sobre cabos de proa, la de fuera se pondrá avante y parada la de dentro. Cuando deba dar atrás, la de dentro atrás más que la de fuera o bien atrás las dos. La maniobra de desatraque puede ser tan laboriosa como la de entrada, sin embargo si esta última se realizó pensando en ello, la salida será mucho más cómoda, sin riesgos adicionales por un deficiente planteamiento del plan de maniobra de salida.

El objetivo de la maniobra es dejar el buque libre del atraque, en una posición donde pueda permanecer seguro el tiempo necesario para que las acciones del timón y la hélice sean efectivas, manteniendo el control del buque.

Se pueden apreciar varios casos para este tipo de maniobra:

- a) Desatraque, atracado estribor al muelle: sin viento ni corriente, se deja el Spring de proa y través a popa en banda. Se dan paladas avante y el timón todo a estribor. Cuando el buque hace el máximo de cabeza sobre el Spring, se da máquina atrás con timón al medio, al ceder se larga el Spring mientras todavía se aguanta el cabo de popa hasta que el buque abra lo suficiente (parado y separado del muelle, larga de popa, avante poca, previa parada del atrás anterior.
- b) Desatraque, atracado babor al muelle: también sin viento ni corriente, se deja solo el Spring de proa, se da muy poca avante con todo el timón a babor. Cuando la popa abrió suficiente, se pone timón al medio, atrás media, larga

Spring cuando cede. Al estar bien separado del muelle, para máquina, timón a estribor y avante poca, gobernando de salida.

- c) Desatraque con corriente de proa: se deja un largo a proa, se pone el timón a la banda de fuera con lo cual el buque se separa del muelle; conseguida la separación necesaria, se larga el cabo y se da avante poca. Si hay ancla fondeada, se vira despacio para llevar al buque por igual hacia afuera.
- d) Desatraque con corriente de popa: se deja el Spring de proa y el través de popa, que se van lascando a medida que vaya pidiendo, sobre todo el través de popa, ayudando si fuera necesario con timón a la banda de afuera, e incluso una palada atrás para aliviar el esfuerzo del Spring. Cuando está suficientemente separado, se larga todo y se da avante de salida.
- e) Desatraque con viento de afuera: se deja Spring de proa, que se tendrá dado por la amura del costado de afuera que se deja firme, se da avante muy poca con timón todo a la banda de tierra hasta separar la popa, lo suficiente para dar atrás media. Cuando se consiga la arrancada, se larga a proa y al librar se para y da avante de salida.
- f) Desatraque con viento de tierra: se dejan traveses en las cabezas y, al separarse del atraque, se largan. Libre de obstáculos se da avante.
- g) Desatraque de boyas de amarre (muertos): con viento de proa, se larga todo de la boya de popa, usando el timón a la banda de salida, separado y libre de la boya de proa, se larga todo y avante poca. Si el viento es de popa, se larga primero de la boya de proa.

4. Desarrollo en los sistemas de atraque.

El sector marítimo con el paso del tiempo ha experimentado cambios tanto en puerto como en los buques que concurren en él, los cuales han ido orientados siempre con el mismo fin: optimizar el rendimiento de las operaciones portuarias sin descuidar la seguridad, ya que a fin de cuentas la efectividad con la que estas operaciones se realizan marcan la diferencia entre un negocio que es próspero y otro que no lo es.

4.1. Sistemas de atraque sin cabos.

Lo que se ha conseguido en el mundo marítimo referente a eficiencia y velocidad en los procedimientos de navegación y maniobras, mediante la aparición de buques con formas más elaboradas y maquinarias más eficaces, es insuficiente aún. Además, actualmente los puertos han de evolucionar también para ajustarse a procedimientos más rápidos. Un claro ejemplo de esta evolución en puerto es el sistema Moor Master.

4.1.1. Sistema automatizado de amarre Moor Master.

El sistema Moor Master fue desarrollado por Cavotec, un grupo especializado en ingeniería de aplicación global que permite a industrias de todo el mundo mejorar su productividad, de manera sostenible y segura. Este grupo ofrece la potencia de transmisión, distribución y tecnologías de control entre equipos fijos y móviles, tanto en puertos, aeropuertos, como en otros sectores de la industria general.

Con sede en Chirstchurch, Nueva Zelanda, un equipo técnico de gran experiencia que cuenta con personal marítimo, ingenieros navales y profesionales de otras ramas, comenzó el desarrollo de este sistema de amarre automatizado basado en el vacío, también conocido como Moor Master.

4.1.2. Principio de funcionamiento y beneficios principales.

El sistema está basado en una tecnología de amarre automatizada que elimina el uso de cualquier método como las amarras convencionales. Incrementa dramáticamente la seguridad y la eficiencia operacional de un buque que pretende atracar en puerto, así también como ahorra en coste de infraestructura en puerto. Tanto así, que ha sido implantado en diversos tipos de puerto y cuenta con más de 40.000 operaciones de amarre con diferentes tipos de buque como, Ro-Ro, portacontenedores, ferrys entre otros, que lo avalan como un sistema eficiente y seguro.

Como media se calcula que se ahorra entre 20 y 80 minutos en la operación de amarre con este sistema, dependiendo del buque, y muchísimo más a la hora de soltarse del muelle, teniendo en cuenta que no es necesario el uso de miembros de la tripulación, y otros medios usados en las maniobras convencionales.

El sistema consiste en uno o varios mecanismos verticales, unidos a un vagón con un panel que ejerce de sujeción mediante la tecnología de vacío. Todo ello movido por un sistema hidráulico y, los mecanismos guiados a distancia por un operador mediante un sistema de control eléctrico.

Operacionalmente sólo un hombre equipado con el control remoto de la unidad en conjunto con el capitán, son necesarios para realizar la operación de atraque, lo cual permite usar el mínimo personal en una zona de trabajo de alto riesgo. Por otro lado, este sistema se adapta a cambios en las mareas y condiciones de calado del buque.

En cuanto a las unidades que componen el sistema, están diseñadas para mantener al buque a la distancia actual de las defensas, además las unidades solo fijan el cuerpo del buque en paralelo, dándole la posibilidad de una amplia proyección de amarre, eliminando limitaciones que podrían aparecer en el caso de usar cabos.

Algunos puntos generales del funcionamiento del sistema son:

- La actuación en tres dimensiones y disposición de amortiguación.
- El posicionamiento del buque.
- El control de carga y medidas.

- El control de estado de atraque mediante monitorización en tiempo real, apoyándose en redes informáticas y registro de datos obtenidos.

4.1.3. Adaptaciones del sistema en función del tipo de buque

El sistema cuenta con diferentes variantes que van cambiando a medida de la necesidad del tráfico portuario al que está orientado. Dichas variantes tienen en cuenta aspectos como, calado, eslora, tonelaje, tiempo de estadía en puerto entre otros.

Como resultado hay varios modelos del sistema:

- Moor Master 200: ofrece servicios y es adaptable a casi todas las configuraciones de amarre y buques, entre estas, embarcaciones que utilizan rutas cortas y rápidas operaciones de carga y descarga en puerto, incluyendo buques portacontenedores y buques quimiqueros.



(1) Unidades individuales del sistema MoorMaster 200.



(2) Unidad de brazo extensible del sistema MoorMaster 200.

Como se aprecia en la (Fig. 1, 2) el sistema cuenta con varias unidades, es adaptable a los diferentes buques según su puntal y, también se adapta al estado de la marea.

- Moor Master 200 Lock system (LS): satisface las necesidades de amarre de manera automática en puertos y vías navegables interiores, como pasos y estrechos. Además, cuenta con la capacidad de un movimiento del brazo en sentido vertical.



(3) Sistema instalado en un canal de paso interior (Modelo 200 LS).



(4) Modelo 200 LS, parte de un sistema de atraque más amplio.



(5) Unidades independientes del sistema 200 LS que trabajan en conjunto.



(6) Atraque en paso angosto (Sistema 200 LS).



(7) Unidad MoorMaster 200 LS en activo.

- Moor Master 400: es la solución rentable para puertos semi protegidos, en cuyo caso el número de unidades empleadas por el sistema dependerá de las dimensiones del buque y de las condiciones ambientales presentes, siendo fácil el montaje de más unidades de manera rápida si es necesario. Es idóneo para buques comprendidos entre 70 y 250 metros de eslora y, cada unidad tiene la capacidad de carga de 40000Kg, así como un alcance de 1,10 metros.



(8) Unidad independiente del sistema MoorMaster 400.



(9) Unidad MoorMaster 400 activa, mientras agarra un buque.



(10) Unidades MoorMaster 400 trabajando en conjunto.

- Moor Master 800: este modelo tiene una fuerza de retención nominal de 80 toneladas y la capacidad de hacer frente a cambios de marea muy amplios de hasta 10 metros; soporta movimientos verticales y longitudinales de hasta un metro por segundo, generado por dichos cambios en nivel del mar.



(11) Componente del sistema MoorMaster 800 (Vista derecha).

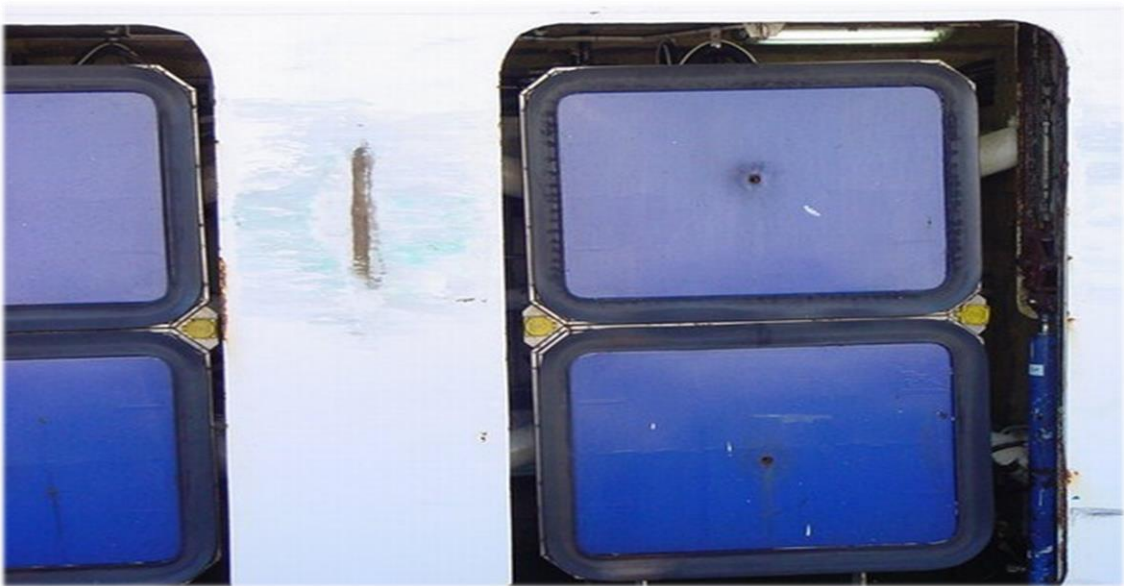


(12) Componente del sistema MoorMaster 800 (Vista izquierda).



(13) Brazo hidráulico del sistema MoorMaster 800.

- Moor Master I-400: este sistema está implementado en el buque de clase ferry Aratere. Cuenta con cuatro unidades con el valor nominal de 200 kN cada una, distribuidas dos en popa y otras dos en proa y, el sistema es activado desde el puente del buque por lo que le da libertad total en la maniobra.



(14) Casco del buque Aratere, con sistema MoorMaster I-400 incorporado.



(15) Sistema MoorMaster I-400 en proceso de cierre.



(16) Panel instalado en puerto para el atraque del buque Aratere.

4.1.4. Ventajas del sistema.

Debido a su diseño, el sistema dota a las instalaciones y operaciones de numerosas ventajas entre las que podemos contar:

➤ **Ventajas de seguridad:**

- Eliminado el riesgo de lesiones en la tripulación por el uso elementos tradicionales de amarre.
- Control continuo de la tensión soportada, mediante diversas funciones de alarma que son transmitidas en tiempo real a los paneles de control con los que se realizan las operaciones.
- Diseño a prueba de fallos, con funciones que aseguran un amarre seguro previendo cortes de corriente o pérdida de señales de control.

➤ **Ventajas en infraestructuras:**

- Un mayor aprovechamiento del espacio que ocupa el buque en el muelle, debido a un mayor acercamiento.
- Aumenta el aprovechamiento del muelle longitudinalmente debido a que la proa podría quedar por fuera sin perder sujeción.
- Fácil montaje de unidades independientes si es necesario en dependencia del tráfico marítimo al que se enfoquen las actividades.
- Elimina el uso y mantenimiento de elementos convencionales de amarre.
- En un futuro este sistema se podría montar incluso en remolcadores aumentando de forma astronómica su eficiencia.
- Algunos de estos sistemas ya están certificados por las sociedades de clasificación de buques.

➤ **Ventajas económicas:**

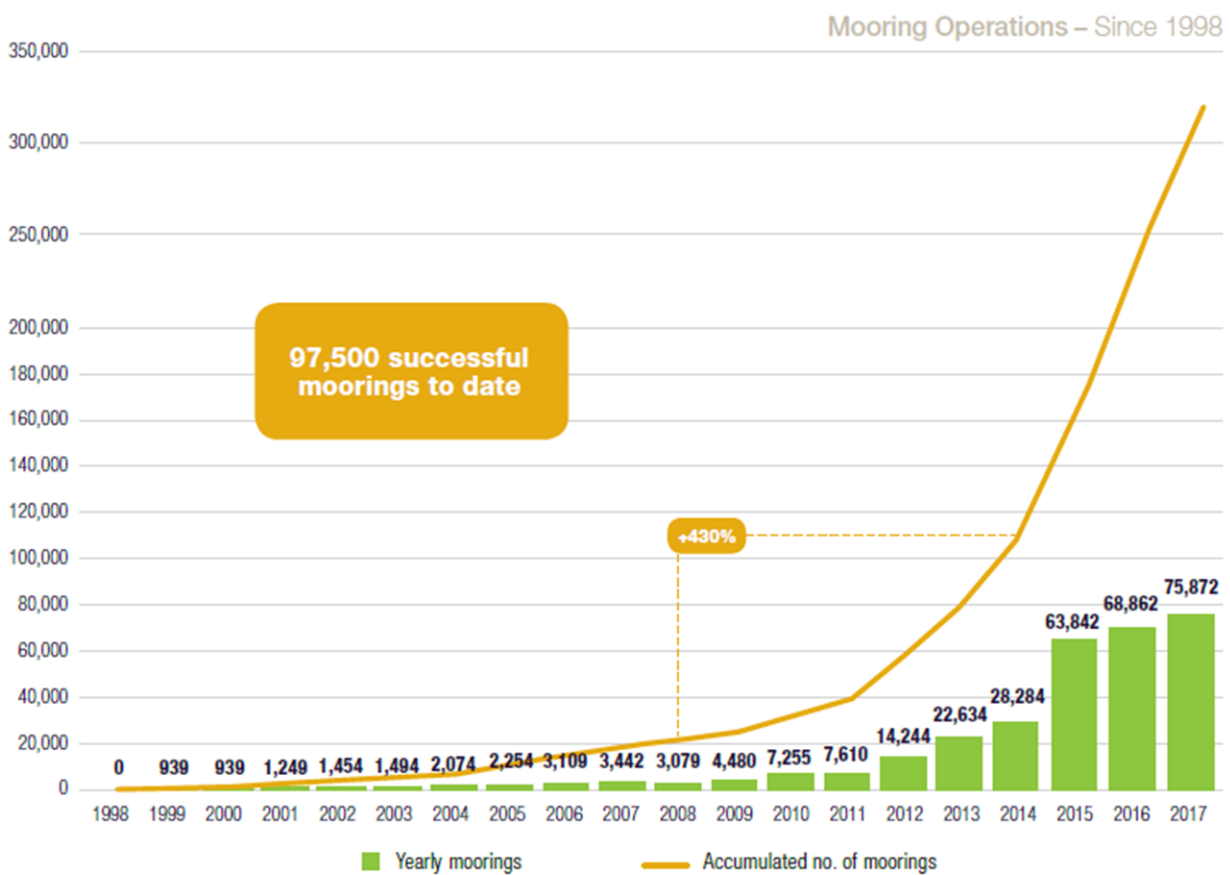
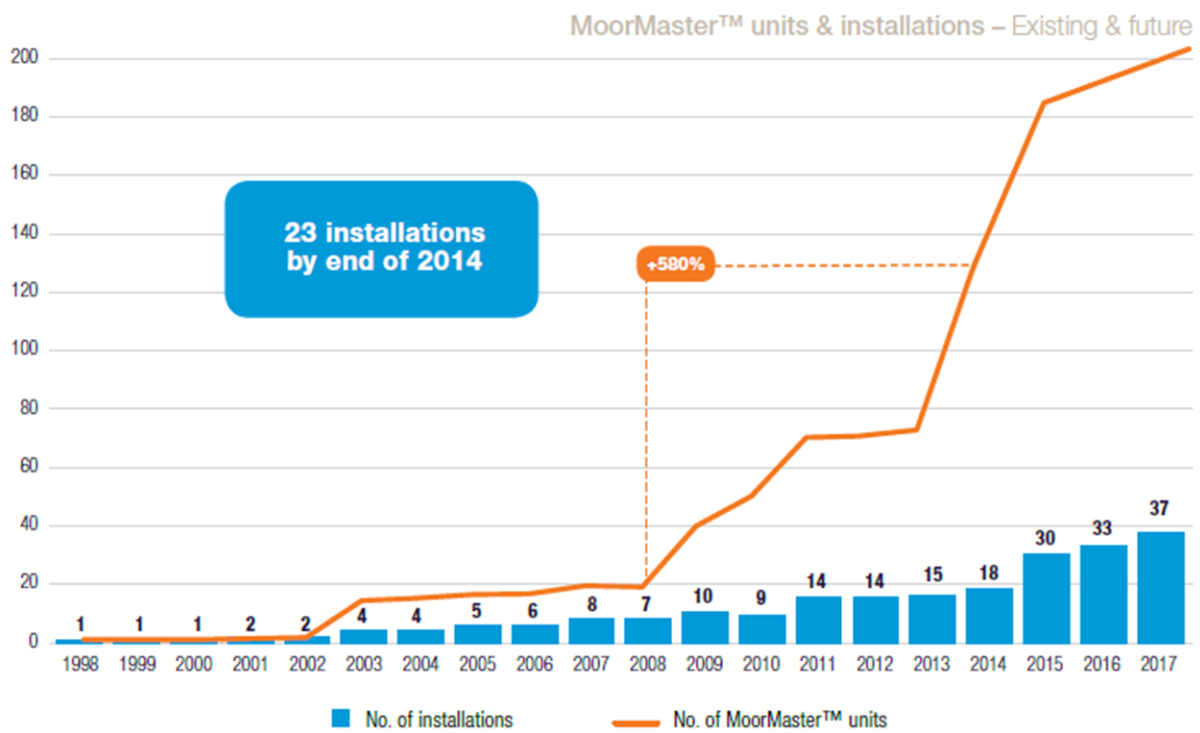
- Un trincado más eficiente (con ahorros de tiempo considerables) y liberación instantánea del buque.

- Disminuye el tiempo de preparación en puerto de los equipos de amarre.
- Se requiere menos personal para realizar la maniobra de amarre debido a que solo hace falta un operario, dentro o fuera del buque.
- No hay interrupciones debido a periodos de descanso de los operarios.
- Reducción del número de operarios en puerto y barcos.
- Reducción de costes en mantenimiento y reposición de utensilios y maquinaria de amarre convencionales del buque.
- Con un amarre más rápido se ahorra no solo en tiempo sino también en combustible y movimientos en la maniobra.
- Aumento de recepción de buques debido a la velocidad con la que se reciben.

➤ Ventajas de cara al medio ambiente:

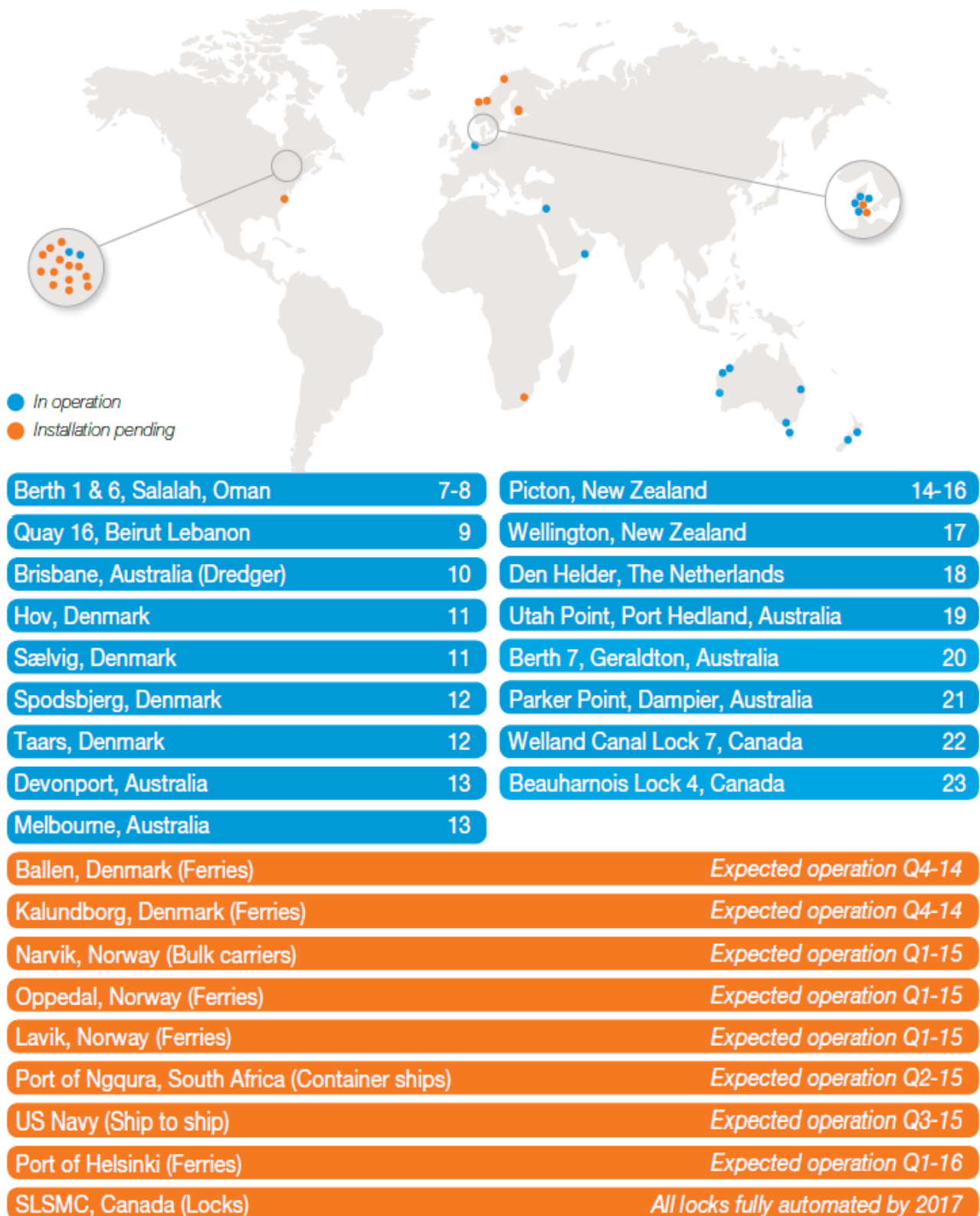
- El sistema cuenta con una demanda eléctrica mínima.
- Eliminación de desgaste en estachas, pintura y defensas, ampliando la vida útil de estos materiales.

Debido a todos estos factores el sistema progresa de manera exponencial y se ha dispersado internacionalmente con buenos resultados, consiguiendo que un número cada vez más creciente de países se interesen y se dispongan a realizar estudios de viabilidad con miras hacia una futura implantación del sistema, no sólo en sus puertos sino también en buques de rutas cortas como ferrys (que no dependen de instalaciones portuarias lejanas), así como también en remolcadores.



(17) Gráficos estadísticos sobre la instalación del sistema MoorMaster y su eficacia.

El sistema está en uso en diversos puertos y se pretende su instalación en otros tantos en un futuro, así como su implementación en buques.



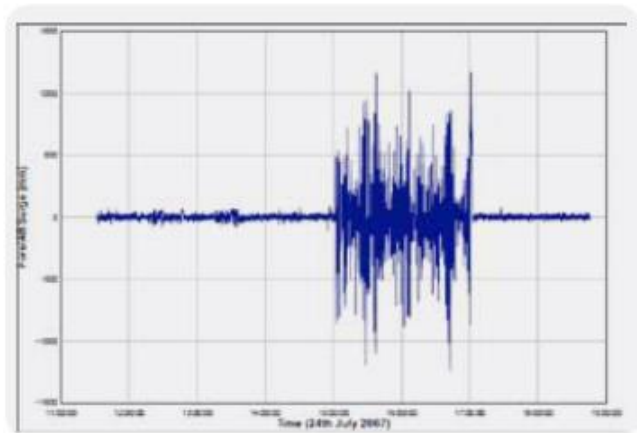
(18) Instalaciones MoorMaster.

4.1.5. Casos y características de unidades del sistema en funcionamiento en la actualidad.

Berth 1, Salalah, Oman

Container terminals

Product:	MM200C ¹⁷
Type:	Front mounted
Capacity:	12 x 200kN = 240 tonnes
Moorings:	3-4 per week
Route:	Global
Vessel names:	Various
LOA:	Container vessels up to 362m
Operator:	APM Terminals
Owner:	Port of Salalah
In operation:	Since 2009



(19) Puerto Salalah, (Ubicación e infraestructura).

Quay 16, Beirut, Lebanon

Container terminals

Product:	MM200C ¹⁷
Type:	Shore-based
Capacity:	42 x 200kN = 840 tonnes
Moorings:	Expected 5-8 per week
Route:	Global
LOA:	Container ships up to LOA 350m
Operator:	Port of Beirut
Owner:	Port of Beirut
In operation:	Since Q1 2014



(20) Puerto Beirut, (Ubicación e infraestructura).

Hov/Sælvig, Denmark

Ferry/RoRo terminals

Product:	MM400A ¹⁰
Type:	Shore-based
Capacity:	2 x 400kN = 80 tonnes
Moorings:	14 per day
Route:	Hov – Sælvig (Samsø)
Vessel name:	Kanhave
LOA:	91m
Operator:	Færgen A/S
Owner:	Færgen A/S
In operation:	Since 2009



(21) Buque Kanhave realizando operaciones en el puerto Saelving.

Picton, New Zealand

Ferry/RoRo terminals

Product:	I-400A ¹⁰
Type:	Ship-based
Capacity:	4 x 200kN = 80 tonnes
Moorings:	3 per day
Route:	Picton – Wellington
Vessel name:	Aratere
LOA:	150m
Operator:	KiwiRail Ltd
Owner:	KiwiRail Ltd
In operation:	1998-2009



(22) Buque Aratere, atracado en el puerto Picton.

Den Helder, The Netherlands

Ferry/RoRo terminals

Product:	MM400A ¹⁰
Type:	Fixed to a Floating terminal
Capacity:	2 x 400kN = 80 tonnes
Moorings:	16 per day
Route:	Texel - Den Helder
LOA:	LOA 110m & 130m ferries
Operator:	Teso
Owner:	Teso
In operation:	Since Q1 2014



(23) Puerto Den Helder, (Ubicación e infraestructura).

Lock 7 Welland Canal The Great Lakes, Canada

Locks

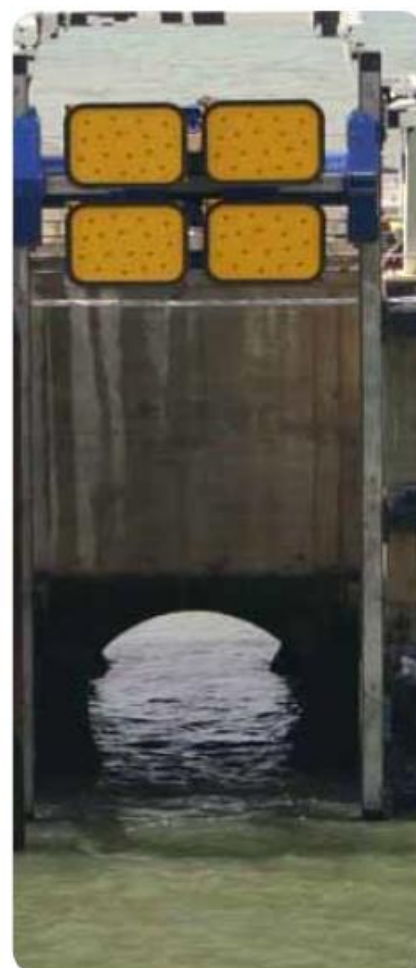
Product:	MM200LS
Type:	Shore-based
Capacity:	4 x 200kN = 80 tonnes
Moorings:	Several per day
Route:	St Lawrence Seaway
Vessels:	Various lakers
LOA:	Up to 200m
Operator:	The St. Lawrence Seaway Management Corporation (SLSMC)
Owner:	The St. Lawrence Seaway Management Corporation (SLSMC)
In operation:	2007-2012



(24) Canal Welland, (Ubicación e infraestructura).

Dover, UK

Product:	MoorMaster™ 800 (trial)
Vessel names:	Various
Type:	Shore-based
LOA:	Up to 185m
Capacity:	One x 800kN = 80 tonnes
Route:	Dover – Calais
In operation:	Trialled 2005-07
Operator:	P&O, the Dover Harbour Board (DHB)
Moorings:	Up to 12 per day
Owner:	DHB



(25) Puerto Dover, (Ubicación e infraestructura).

5. Conclusiones

Desarrollar el presente trabajo me ha nutrido de dos formas concretas. Por un lado, me ha dado la posibilidad de ampliar mis conocimientos acerca del tema de estudio. Por otro lado y, sumamente importante, me ha permitido ser consciente de que aún existen miles de cosas que descubrir y aprender en esta profesión hacia la cual me encamino. En ese sentido radica la importancia del análisis exhaustivo del tema abordado en el trabajo, en su contribución a la adquisición de nuevos conocimientos.

Con la práctica podré corroborar cómo funcionan las maniobras de un buque y todo lo que engloban. Así mismo, podré observar de cerca su futuro funcionamiento. Ambas cosas me permitirá reforzar lo que aprendido durante estos cuatro años y también, experimentar variaciones de los conocimientos relativos a un campo tan amplio como el que respecta a las maniobras, tanto en tierra como en mar.

Finalmente, la realización del trabajo me ha permitido reflexionar acerca del actual enfoque del Grado. En ese sentido, observo que un tema tan básico como el tratado en este trabajo debería ser abordado transversalmente a lo largo de los estudios introductorios que nos preparan para una futura profesión. Criterios como escoger un cabo y conocer la claridad en la que se deben proferir las órdenes de timón en una maniobra son vitales para un futuro oficial de puente o máquinas. De modo que incluirlos como uno de los ejes centrales que vertebré nuestro campo de estudios, sería un avance clave para la preparación de las futuras generaciones de estudiantes.

6. Bibliografía

El contenido de este trabajo se fundamenta en las siguientes fuentes bibliográficas.

➤ **Cuerpo textual de los capítulos 1 y 2.**

SAGARRA MARÍ, Ricard. *Maniobra de los buques*. 2006 Ataraxia.inc, Bogotá. 111 III World Street: ATARAXIA.INC206. 407. Hoboken, NJ 07030-5774.

➤ **Capítulo 2 (Imágenes recogidas).**

SAGARRA MARÍ, Ricard. “Maniobrabilidad. Capacidad de gobierno.”. *Maniobra de los buques*. 2006 Ataraxia.inc, Bogotá. 111 III World Street: ATARAXIA.INC206. 407. Hoboken, NJ 07030-5774.

Las imágenes provienen de la página web: En línea: (<http://www.alavela.es/media/docs/curso/i-reglamentos-y-seales.pdf>) [Consulta: Martes, 18 de marzo 2015].

➤ **Capítulo 3 (Recopilación de imágenes).**

SAGARRA MARÍ, Ricard. “Maniobras. Maniobras tipo.”. *Maniobra de los buques*. 2006 Ataraxia.inc, Bogotá. 111 III World Street: ATARAXIA.INC206. 407. Hoboken, NJ 07030-5774.

➤ **Capítulo 4 (Recopilación de imágenes).**

Las imágenes provienen de la página principal de Cavotec SA (http://www.cavotec.com/en/ports-maritime/automated-mooring-systems_36/) así como la recopilación de la información de parte de este trabajo.

(1) Unidades individuales del sistema MoorMaster 200, En línea: <http://www.cavotec.com/static/upload/images/product/mm%20200.JPG?descrizione=mm%20200.JPG> [Consulta: Martes, 18 de marzo 2015].

(2) Unidad de brazo extensible del sistema MoorMaster 200, En línea: [http://www.cavotec.com/static/upload/images/product/P9170297%20\(Small\).JPG](http://www.cavotec.com/static/upload/images/product/P9170297%20(Small).JPG) [Consulta: Martes, 18 de marzo 2015].

- (3) Sistema instalado en un canal de paso interior (Modelo 200 LS), 1 En línea: <http://www.cavotec.com/static/upload/images/product/SLSMC.jpg?descrizione=SLSMC.jpg> [Consulta: Martes, 18 de marzo 2015].
- (4) Modelo 200 LS, parte de un sistema de atraque más amplio, En línea: <http://www.cavotec.com/static/upload/images/product/200LS.jpg?descrizione=200LS.jpg> [Consulta: Martes, 18 de marzo 2015].
- (5) Unidades independientes del sistema 200 LS que trabajan en conjunto, En línea: <http://www.cavotec.com/static/upload/images/product/200LS-3.jpg?descrizione=200LS-3.jpg> [Consulta: Martes, 18 de marzo 2015].
- (6) Atraque en paso angosto (Sistema 200 LS), En línea: <http://www.cavotec.com/static/upload/images/product/200LS-4.jpg?descrizione=200LS-4.jpg> [Consulta: Martes, 18 de marzo 2015].
- (7) Unidad MoorMaster 200 LS en activo, En Línea: <http://www.cavotec.com/static/upload/images/product/200LS5.jpg?descrizione=200LS5.jpg> [Consulta: Martes, 18 de marzo 2015].
- (8) Unidad independiente del sistema MoorMaster 400, En Línea: http://www.cavotec.com/static/upload/images/product/400_1.jpg?descrizione=400_1.jpg [Consulta: Martes, 18 de marzo 2015].
- (9) Unidad MoorMaster 400 activa, mientras agarra un buque, En Línea: http://www.cavotec.com/static/upload/images/product/400_4.jpg?descrizione=400_4.jpg [Consulta: Martes, 18 de marzo 2015].
- (10) Unidades MoorMaster 400 trabajando en conjunto, En Línea: http://www.cavotec.com/static/upload/images/product/400_3.jpg?descrizione=400_3.jpg [Consulta: Martes, 18 de marzo 2015].
- (11) Componente del sistema MoorMaster 800 (Vista derecha), En Línea: http://www.cavotec.com/static/upload/images/product/800_2.jpg?descrizione=800_2.jpg [Consulta: Martes, 18 de marzo 2015].
- (12) Componente del sistema MoorMaster 800 (Vista izquierda), En Línea: http://www.cavotec.com/static/upload/images/product/800_3.jpg?descrizione=800_3.jpg [Consulta: Martes, 18 de marzo 2015].

(13) Brazo hidráulico del sistema MoorMaster 800, En Línea: http://www.cavotec.com/static/upload/images/product/800_4.jpg?descrizione=800_4.jpg [Consulta: Martes, 18 de marzo 2015].

(14) Casco del buque Aratere, con sistema MoorMaster I-400 incorporado, En Línea: http://www.cavotec.com/static/upload/images/product/I_3.jpg?descrizione=I_3.jpg [Consulta: Martes, 18 de marzo 2015].

(15) Sistema MoorMaster I-400 en proceso de cierre, En Línea: http://www.cavotec.com/static/upload/images/product/I_2.jpg?descrizione=I_2.jpg [Consulta: Martes, 18 de marzo 2015].

(16) Panel instalado en puerto para el atraque del buque Aratere, En Línea: http://www.cavotec.com/static/upload/images/product/I_1.jpg?descrizione=I_1.jpg [Consulta: Martes, 18 de marzo 2015].

Las siguientes imágenes provienen del mismo artículo.

(17) Gráficos estadísticos sobre la instalación del sistema MoorMaster y su eficacia.

(18) Instalaciones MoorMaster.

(19) Puerto Salalah, (Ubicación e infraestructura).

(20) Puerto Beirut, (Ubicación e infraestructura).

(21) Buque Kanhave realizando operaciones en el puerto Saelving.

(22) Buque Aratere, atracado en el puerto Picton.

(23) Puerto Den Helder, (Ubicación e infraestructura).

(24) Canal Welland, (Ubicación e infraestructura).

(25) Puerto Dover, (Ubicación e infraestructura). En Línea: http://www.cavotec.com/static/upload/media/Cavotec_MoorMaster_Reference_List.pdf [Consulta: Martes, 18 de marzo 2015].

Agradecimientos

No es necesario decir a quienes me conocen que no soy una persona especialmente expresiva en materia de afectos, ni que prefiero el contacto directo pero sincero. Sin embargo, quiero agradecer a mi familia, mi pareja y también a mis amistades (también parte de mi familia) el apoyo que me han brindado durante estos cuatro años de mi formación de Grado. Así mismo, agradecer a mi tutor por sus consejos, dedicación y atención durante la realización de este proyecto.

La realización de este trabajo me ha permitido adquirir conocimientos específicos que me hubiese gustado recibir con antelación y, que habría sido un aliciente para afrontar mis estudios durante estos años. No obstante, agradezco enormemente a aquellos profesores con los que he tenido la oportunidad de compartir clases y, que han sabido transmitirme no sólo conocimientos, sino motivación para seguirme formando tanto profesional, como personalmente. Por eso y más, muchísimas gracias.

PD. Gracias por aguantarme este último año Kike y Augustus.