

# Posibles melloras nos sistemas de amarre dos buques para reducir os accidentes a bordo

## *Possible Improvements to be Carried Out in Mooring Systems in order to Reduce Accidents on Board*



RAÚL VILLA CARO

(1) Universidade da Coruña, Departamento de Enxeñaría Naval e Oceánica,  
Escola Politécnica Superior, Esteiro, 15471 Ferrol, España

(2) Secretario da Exposición para o Fomento da Construción Naval e as Actividades Marítimas (EXPONAV)  
<raul.villa@udc.gal>

Recibido: 11/04/2016

Aceptado: 29/04/2016

**Resumo**

Na actualidade prodúcense numerosos accidentes durante as operacións de amarre dos buques. O deseño das estacións de amarre, dos propios guinches e dos cabrestantes xoga un papel importante á hora de reducir estes accidentes. Adicionalmente, a situación do persoal sobre as cubertas dos buques e a configuración das instalacións dos peiraos son outros factores de relevancia para ter en conta á hora de reducir os accidentes que se producen a bordo.

**Palabras chave:** buque, cabo, peirao, guinches, persoal.

**Abstract**

*In recent years, many accidents are occurring during mooring operations of vessels. Capstans, winches and piers design play an important role when aiming to reduce this kind of accidents. Furthermore, the position the crew on deck as well as the shipyard setting are other factors to be taken into consideration when trying to reduce the number of accidents on board.*

**Keywords:** *Ships, Ropes, Pier, Winches, Crew.*

## 1. Xeometría dos elementos das estacións de amarre

As liñas de amarre vense sometidas mentres traballan a determinados ángulos que poden comportar riscos debido ás elevadas tensións a que se encontran. Á hora de dimensionar aqueles elementos auxiliares da manobra de amarre dun buque, tales como guías e bitas, así como os equipos, tales como cabrestantes e máquinas de amarre, deben terse en conta os ángulos que formarán as liñas de amarre cos citados elementos e os raios de curvatura.

**Ilustración 1. Curvatura das formas da guía**



**Fonte:** <[www.ingenieromarinero.com](http://www.ingenieromarinero.com)>.

O dimensionamento e a disposición de cada un dos elementos debe ser acorde ás medidas das amarras, calculadas segundo as esixencias das sociedades de clasificación de buques, que varían co material utilizado. Os máis habituais son o polipropileno e o aceiro (cable).

## 2. Parámetros para avaliar durante a vida operativa dun cable de aceiro

### a) Corrosión

O ambiente de traballo mariño é agresivo cara aos metais. A corrosión é unha constante para as estruturas metálicas navais, polo que se dispón de medios para protexelas como poden ser pinturas especiais, ánodos de sacrificio ou sistemas de protección catódica. Ora ben, ningún destes medios pode aplicárselles directamente aos cables. Os cables

corroídos perden materia na súa superficie e, xa que logo, sección transversal. Ademais, vólvense fráxiles nas zonas en proceso de corrosión, o que comporta que aumente o risco dun dano maior se se forman ángulos excesivos con eles. Unha das mellores proteccións para preservar a superficie dos cables é un engraxamento continuo.

### **b) Aplastamento**

As propiedades dos cables sometidos a aplastamentos diminúen pola acción da tracción, de xeito que cumprirá evitalos.

**Ilustración 2. Síntomas de aplastamento**



**Fonte:** <[www.flickr.com](http://www.flickr.com)>.

Unha manobra mal calculada someterá o cable a unhas tensións maiores das que poida soportar. Se se produce este escenario, a sección do cable verase deformada, isto é, deixará de ser circular, e talvez o cable quede inutilizable. A deformación pode mesmo impedir o seu paso a través de cáncamos ou firmes das estacións de amarre.

### **c) Abrasión**

A abrasión durante a vida operativa dun cable aféctalles en particular aos cordóns, dos cales parte os arames exteriores, aqueles que máis sofren cando o cable se somete a flexión. O devandito desgaste tradúcese nunha redución da sección transversal do cable, que fai que este sexa menos resistente á tracción e que se creen puntos febles de concentración de esforzos ao longo dunha parte. A concentración de esforzos nun elemento estrutural é o medio idóneo para provocar a súa rotura.

## **3. Boas prácticas no manexo de amarras en xeral**

En primeiro lugar, cómpre dicirmos que unha cuberta libre e despxada de amarras é sinónimo de seguridade e indica que se está a realizar un bo mantemento destas, ao

se evitar que entren en contacto con calquera substancia química presente no plan da cuberta que ademais poida ser daniña para o material de que estean compostas.

Por regra xeral, o manexo de liñas de amarre sometidas a tensión require a máxima precaución por parte do persoal asignado á manobra, dadas as grandes cargas soportadas polas estachas. Nas proximidades dos puntos extremos –os chicotes– dunha estacha en tensión, os mariñeiros deberán manterse a certa distancia de seguridade para previr calquera incidencia que poida ocorrer, como por exemplo sufrir un lategazo pola rotura dunha amarra ou o ser arrastrados ao ser largada unha liña de amarre repentinamente. Así mesmo, o manexo das amarras nas máquinas de amarre esixe que non se manteñan firmes un período de tempo excesivo nos extremos do tambor da máquina. O ritmo de manexo debe ser lento e continuo no momento de cobrar as amarras. No tocante á protección das amarras fronte ao rozamento, conséguese mediante un bo mantemento dos roletes de amarre. O mesmo sucede nos extremos de cabiróns, cuxa superficie debe ser o máis lisa e regular posible.

### Ilustración 3. Operarios manexando os cables de amarre dun buque



Fonte: <[www.cadenadesuministro.es](http://www.cadenadesuministro.es)>.

Os ángulos formados na guías das amarras someten estas a un notable esforzo cortante. Este efecto adoita darse na manobra dos *springs*, cando a amarra une a aleta ou amura do buque ao costado do peirao, de forma que queda situada nunha posición case paralela ao casco. A formación do ángulo é inevitable, mais debe procurarse que o seu valor sexa o menor posible. Unha boa disposición en cuberta dos elementos de amarre axudará a alongar a vida operativa das amarras e a aumentar o seu rendemento.

Aquelas estachas que permanezan durante un longo período de tempo enroladas en máquinas de amarre deben ser desmontadas periodicamente para conseguir unha correcta distribución das cargas na totalidade das fibras. A forma adecuada de proceder será aliviar a tensión da liña antes de desfacer as voltas dadas sobre o tambor, co fin de evitar danos por roturas ou esgazaduras.

#### 4. Boas prácticas no manexo de fibras sintéticas

As amarras de fibras sintéticas deben ser preservadas das fontes de calor e de radiación ultravioleta. Así, durante as navegacións cómpre estibalas baixo cuberta para protexelas da luz solar, en lugares afastados onde non se acumule calor.

Ademais, a condución de estachas por máquinas ou guías auxiliares esixe a revisión destes elementos para evitar a posible aparición de rozaduras ou pequenos salientes, sobre todo se se traballa con liñas de cables de aceiro que poidan danalas polo rozamento. As fibras sintéticas son moito máis vulnerables pola súa menor resistencia ao rozamento e á abrasión.

A suavidade ideal requirida nas superficies de contacto corresponde a un pulido RA10 estándar, mais dada a dificultade de logralo en manobras destinadas ao uso de amarras de fibra e de aceiro, un bo recurso podería ser o uso de poliamida nas superficies de contacto. Aínda así, é inevitable que o uso compartido de cables de aceiro en elementos de amarre destinados principalmente a fibras cause danos nestas.

**Ilustración 4. Cabo de fibra sintética con signos de desgaste**



**Fonte:** VERVLOESEM, W. (2009) *Mooring and Anchoring Ships. Vol. 2: Inspection and Maintenance*. Londres, The Nautical Institute.

A suavidade das superficies é un factor importante en calquera manobra de amarre. Este principio debe aplicarse ao longo de toda a cuberta do buque no referente a bordes afiados e superficies rugosas. De ser posible, as estachas deben ser transportadas e non arrastradas, xa que isto propicia que se introduzan nelas partículas de sucidade, as cales provocan un rozamento interno entre os cordóns. É moi recomendable cepillar as liñas

antes de enrolalas, co obxecto de eliminar as devanditas partículas. Outro aspecto que cómpre ter en conta á hora da almacenaxe é o respecto da dirección do cochado. A maior parte das liñas son cochadas á dereita, polo que deben ser enroladas en sentido horario.

Nas manobras de amarre en que se compartan liñas de fibras e aceiro, estas nunca deben dispoñerse de forma que poidan rozarse por se cruzaren entre elas, dado o risco de desgaste existente polos longos períodos de atracada dos buques.

### **5. Puntos críticos de desgaste nas amarras**

No momento de a tripulación inspeccionar de maneira visual as amarras, tanto nas inspeccións periódicas como nas previas á manobras de amarre e atracada, debe terse especial coidado cunha serie de lugares especialmente críticos e propicios para o desgaste. A amarra ten que ser examinada en toda a súa lonxitude cando menos unha vez ao mes, mais en calquera caso estes lugares perigosos deben vixiarse regularmente. Como mencionamos, as liñas de fibra son máis vulnerables, polo que hai que avalialas polo miúdo para comprobar a integridade da estrutura e verificar que se pode traballar con elas a pleno rendemento.

En caso dun amarre longo en tempo ou dunha exposición prolongada á luz solar, debe comprobarse o grao de degradación das amarras e valorarse o seu estado. O tipo de danos de que falamos adoitan ser superficiais e en grandes diámetros de cabo non acostuman ser críticos, mais en amarras menores cómpre telos en conta.

Os extremos das amarras adoitan sufrir grandes desgastes en comparación co resto da liña. Isto pode ocorrer tanto en liñas soltas como naquelas unidas a máquinas de amarre. En caso dunha degradación excesiva, hai que cortar un extremo. Outra opción pode consistir en inverter a amarra e situar o extremo desgastado no interior da máquina, onde se verá sometido a menor tensión.

### **6. Degradación e desbotamento de cables de aceiro**

A revisión dos puntos críticos antes expostos é aplicable aos cables de aceiro, coa diferenza de que neste caso diversas normativas internacionais establecen estándares de comprobación. Xeralmente, os criterios que se aplican baséanse no número de cables

degradados nunha lonxitude múltipla do diámetro da amarra inspeccionada. Os dous exemplos máis comúns son os seguintes:

- a) Criterio do 10%: obriga a refugar a amarra se máis do 10% dos cables están rotos nunha lonxitude equivalente a 10 diámetros.
- b) Criterio do 8%: obriga a refugar a amarra se máis do 8% dos cables están rotos nunha lonxitude equivalente a 6 diámetros. Dentro deste criterio considérase o caso de que os cables rotos se concentren nunha soa febra. Se un cable nunha febra reduciu o seu diámetro máis dun 33% debe ser considerado como roto.

En caso de desgastes, o grao do desgaste determinará se a amarra ten que ser descartada do servizo. A perda diametral máxima permisible varía, segundo as normativas, entre o 6% e o 10% do diámetro orixinal.

**Ilustración 5. Cable de aceiro coas súas fibras exteriores rotas**



**Fonte:** elaboración propia.

Igualmente cómpre examinarmos outros defectos derivados das agresións ambientais aos cables de aceiro e das derivadas do uso (corrosión, aplastamentos etc.) para poder avaliar o efecto que puideron ter sobre a integridade da amarra e a súa capacidade para soportar as tensións para as que foi deseñada e certificada.

## **7. Perigo de rotura en liñas de amarre en tensión**

Un dos grandes perigos no manexo de amarras, para a tripulación e o persoal dos peiraos, é a rotura repentina dunha liña de amarre. A importancia do mantemento das amarras e de que estas preserven a súa robustez non está só relacionada coa operatividade, senón



tamén coa seguridade, dado que este tipo de rotura entraña un risco elevado para o persoal que traballa con elas ou nos arredores.

As roturas de amarras sometidas a tensión caracterízanse pola liberación súbita da enerxía que almacenan en forma de esforzo –a tracción almacenada na liña de amarre–, o que en inglés se coñece como *snap back*. A consecuencia desta liberación é un movemento rápido e imprevisible dos dous extremos da amarra que quedaron soltos. É dicir, prodúcese un retroceso dos dous extremos desde o punto de rotura.

**Ilustración 6. A presenza de operarios próximos a liñas de amarre tensadas debe evitarse todo o posible**



**Fonte:** <[www.mgser.es](http://www.mgser.es)>.

A forza desta sacudida dependerá da enerxía almacenada na liña no momento da rotura, do material de manufactura da amarra e da disposición da manobra. A maior tensión, maior enerxía. Se a amarra é sintética, tamén será máis elástica, polo que haberá un maior percorrido desde o punto de carga de deformación plástica até o punto de rotura, de forma que se absorberá algo de enerxía.

A traxectoria da sacudida é pouco predicible, polo que non poden definirse con exactitude as zonas de perigo, aínda que si se poden acoutar as zonas de perigo potenciais. No exame de gráficos do comportamento das amarras nas roturas, adoita observarse a existencia dun retroceso na dirección do vector de tracción, que se desvía nun cono de 30 graos respecto do eixe definido polo devandito vector. O alcance estimado vén definido pola distancia entre o punto de rotura e o último punto de apoio da amarra.

A única forma de previr danos ante esta eventualidade é operar con marxes de seguridade e co material en bo estado. Alén disto, os mariñeiros deben ser conscientes do risco que existe ao situarse nas proximidades dunha liña sometida a unha gran tensión, polo que é recomendable que se manteñan lonxe das liñas sempre que sexa posible. En caso de ser necesario cruzalas, hai que facelo do xeito máis rápido posible.

Nas manobras de atracada, cando as amarras se encontran en tensión para aproximar o buque ao peirao ou incluso para desprazalo ao longo deste, a actividade ten que ser planificada de tal forma que o tempo de permanencia do persoal cerca da liña de amarre sexa o menor posible e o resto poida ser manobrado facendo uso de máquinas e cabrestantes operados desde lugar seguro.

## **8. O Convenio internacional sobre normas de formación, titulación e garda para a xente de mar**

Neste apartado preséntanse algunhas das prescricións referentes ao amarre de buques incluídas no Convenio internacional sobre normas de formación, titulación e garda para a xente de mar, tamén coñecido pola súa sigla en inglés, STWC. O devandito convenio foi elaborado en 1978 pola Organización Marítima Internacional (OMI), órgano especializado da Organización das Nacións Unidas para o comercio e o transporte marítimo internacional, e é de obrigado cumprimento para cada un dos estados que o asinaron, entre eles España, desde a súa entrada en vigor en 1984. Desde aquela foi emendado en 1995, 2006 e 2010.

Nel establécense os requisitos mínimos que a xente de mar debe satisfacer para obter o respectivo título idóneo. Son regras para o adestramento, a avaliación e a titulación de acordo cos grupos de tarefas a bordo que se definen, que atinxen tamén a tripulación que traballa en cuberta. Véxase unha mostra do que contén respecto do amarre:

### **a) Amarre e desamarre**

- Principio: aptitude para amarrar e desamarrar o buque con eficacia e seguridade
  - O número de persoas necesarias para amarrar un buque varía segundo sexa necesario traballar con cabos ou cables.
  - En cada extremo do buque deberá contarse coas persoas precisas para poder aceptar e suxeitar eficazmente un remolcador e para enviar, tensar e asegurar cabos e *springs*.

- Todas as operacións que cumpra facer poderán levarse a cabo asemade a proa e a popa. Os restantes amarres que haxa que efectuar entrañarán só unha función de tempo, non de persoal complementario.
  - Cando se saiba que a operación de amarre presenta esixencias especiais, fornecerase persoal complementario.
  - Exporanse claramente os pormenores de calquera operación en que sexa necesario que o buque adopte un procedemento de amarre avanzado que supoña o uso de áncoras. Isto permitirá determinar as operacións que teñan que realizarse simultaneamente e prover o potencial humano adecuado para os momentos de demanda máxima de traballo.
  - Se vai cumprir amarrar un buque a outro mentres ambos se atopan navegando, haberá que analizar a demanda de traballo que se vai producir e prover o persoal suficiente para os momentos de demanda máxima.
  - Cando sexa preciso recorrer a variantes diversas dos procedementos de amarre ou se prevea a realización de operacións non correntes ou arduas, avaliarase cada unha delas de acordo co potencial humano necesario para unha execución segura.
- Principio: cabos e cables
- Os tripulantes coñecerán os diversos tipos de cables e cabos, así como os seus usos especiais a bordo, e en particular as características da rotura dos cabos sintéticos.
  - Os cables de aceiro sempre se manipularán con gran coidado. Usaranse luvas para evitar as feridas que poidan causar os arames soltos.
  - Tomaranse precaucións para evitar a deterioración ou o debilitamento dos cabos debidos a esforzos excesivos ou á súa fricción con obxectos cortantes.
  - Os tripulantes aseguraranse de empregar os cabos para os fins a que deben ser destinados. Terán coidado de que estean en bo estado e de que a súa resistencia corresponda ao esforzo a que se vaian someter.
  - Os cabos examínanse con frecuencia para comprobar se presentan sinais de que as fibras ou filásticas están gastadas, rotas, deterioradas ou desprazadas, alén doutros defectos.
  - Os cabos non se exporán a unha calor excesiva nin ao contacto con produtos químicos prexudiciais. Cando non se usen, enrolaranse e almacenaranse nun lugar ben ventilado e á sombra.
  - O cabo dun rolo novo cochado á dereita sacárase do interior do rolo cun movemento contrario ao das agullas do reloxo para que non se descoche.

- Evitarase que se formen voltas ou cóbados nos cabos enrolándoos correctamente: á dereita o cabo cochado á dereita. Nunca se tensará un cable de aceiro que presente voltas ou cóbados.
- Os cabos non se someterán a cargas ou tiróns súbitos porque isto os sobrecarga e reduce a súa resistencia.
- Se é posible farase un empalme ou unha unión en vez dun nó, que debilita o cabo máis.
- Todos os motóns terán suficiente tamaño e resistencia para os cables con que se van usar. O diámetro das roldanas corresponderase ao dos cabos.
- Un cable de aceiro non se pasará nunca por unha polea, unha roldana ou un tambor de máquina de diámetro insuficiente.
- Ao facer unha gaza nun cable de aceiro cun gardacabos da debida dimensión, o cable empalmarase convenientemente ou será suxeitado por medio de abrazadeiras en forma de u, de modo que o bulón cubra o extremo curto do cable.
- Os cables ou cabos non se deixarán colgar pola borda, xa que poden engancharse na hélice.
- Os cabos e outros obxectos desbotables non se tirarán ao mar porque poden constituir un perigo para outros buques.
- Cando se manipulen amarras ou outros cables ou cabos terase un gran coidado de non permanecer no medio deles. As estachas enrolaranse no seu lugar e os cables envolveranse nos seus carreteis para reducir o perigo de que se formen seos.

## **b) Seguridade durante as manobras de amarre e fondeadura**

- Principio: xeneralidades
  - O patrón vixiará atentamente desde a ponte todas as faenas e dirixiraas con sinais de mando positivas e claras.
  - As máquinas auxiliares estarán en bo estado e todos os accesorios de arriar, izar e actividades afíns serán comprobados antes de usalos.
  - Os tripulantes non se exporán a mazar os dedos por tratar de sacar un cabo da roldana dun motón.
- Principio: máquinas e aparellos de izar
  - Na medida do posible, todas as pezas móbiles das máquinas que poidan representar un perigo estarán protexidas ou enreixadas. De ser factible, tamén se protexerán as poleas.

- As máquinas e os molinetes só os manexarán as persoas competentes.
- Todo o equipo empregado para izar se probará e examinará periodicamente segundo o determinen as autoridades competentes.
- Todas as pezas dos aparellos de izar ou de arriar e os seus accesorios se manterán en boas condicións de funcionamento.
- Nos mastros dos guindastres marcarase a máxima carga de seguridade dos aparellos de izar.
- Os tripulantes deberán saber que é perigoso tratar de izar unha carga excesiva tomando máis voltas do cabo ou cable no cabirón.
- Os cabos e cables chegarán ás máquinas formando o ángulo que reduza ao mínimo o esvaramento, e normalmente non se guiarán a man.
- Ao renovar os cables das máquinas, os novos serán da lonxitude e diámetro necesarios para que o tambor poida contelos en toda a súa lonxitude. Cando o cable estea totalmente desenrolado, quedarán cando menos tres voltas completas no tambor.
- Os freos das máquinas cómpre mantelos en boas condicións para que funcionen sen se atascar, chiar ou patinar.
- Nos mandos das máquinas ou ao seu lado haberá instrucións claras sobre como funcionan.
- Os motóns e as roldanas engraxaranse de maneira periódica. Todos os grillóns empregados na arboradura serán de cerre e se fixarán de modo que non poidan abrirse de xeito accidental.
- As cargas izaranse e arriaranse suavemente, de modo que os cabos e cables non se vexan sometidos a movementos bruscos.
- Os cabos e cables que van izar cargas ou quedar sometidos a elas tensaranse a man antes de tomar voltas no cabirón, onde se terá un especial coidado de que non se sobrepoñan.
- A persoa encargada de operar coa máquina non abandonará o seu posto mentres o motor da máquina se atope en marcha ou haxa unha carga suspendida.
- Antes de mover cargas, a persoa encargada de operar coa máquina asegurase de que non hai ningún membro da tripulación dentro da zona de perigo.
- Terase coidado de que as cargas que se izan ou arrían non pasen por encima de ningunha persoa nin queden suspendidas encima dela.
- Non se usarán bufandas nin roupa folgada que poida engancharse na máquina.
- Os cables esfiañados son perigosos e deberán substituírse o antes posible.

## 9. Sistemas de amarre alternativos ao uso de amarras

A continuación descríbense brevemente algúns dos sistemas de amarre comerciais que apareceron nos últimos anos produto da innovación e como alternativa ao uso convencional das amarras. Con todo, cómpre dicirmos que as técnicas de amarre tradicionais foron utilizadas ao longo dos anos sen grandes variacións e supoñen unha aposta segura. Facerlles fronte a uns usos e costumes tan arraigados require a presentación dunha proposta cunha gran vantaxe para os operadores, que teñen que asumir o risco do investimento económico que supón equipar buques e peiraos coa nova tecnoloxía necesaria.

Algúns destes sistemas comezaron a implantarse nalgúns grandes portos ao longo do mundo debido ás vantaxes de operar con eles, malia que a falta de adaptabilidade da frota ofrece dificultades para o seu uso. Aqueles sistemas que máis éxito tiveron até a data son os que non requiren o equipamento de nova tecnoloxía nos buques.

Estes sistemas, en calquera caso, caracterízanse polo uso de diferentes sistemas mecánicos ou hidráulicos para o seu accionamento, ou polo aproveitamento de fenómenos físicos para garantir o agarre e a estabilidade dos buques en porto. Todos eles presentan vantaxes no tocante aos seguintes aspectos: economía, tempo de operación, automatización das tarefas, protección do medio e seguridade.

### a) Amarre hidráulico (*shore-tension*)

Trátase dun sistema de amarre flexible que permite manter unha tensión constante na amarra sen necesidade dunha achega exterior de enerxía. Isto permite o reducir os movementos do buque amarrado que poidan ser provocados por forzas externas, así como dotar o barco dunha maior estabilidade no amarre.

Alicérase na utilización dun pistón hidráulico equipado cunhas válvulas de control que permiten manter un valor de tensión dentro de parámetros de seguridade, de maneira que a tensión é a mesma en todas as liñas equipadas con este sistema.

O único axuste que precisa o sistema é o inicial, a través dun sistema hidráulico externo, que afianza o amarre e fixa a tensión requirida, sen precisar ningunha acción externa máis para mantela.

**Ilustración 7. Sistema de amarre hidráulico no porto de Rotterdam**

**Fonte:** <[www.shoretension.com](http://www.shoretension.com)>.

Unha das principais vantaxes achegadas polo amarre hidráulico é que garante unha tensión da liña en rangos de seguridade e impide a súa rotura. Este sistema mellora a estabilidade do buque no amarre, compensando os cambios da marea e as accións externas do vento e as correntes. Ademais esixe pouco espazo de instalación, o que reduce o espazo de peirao necesario, ao permitir un maior achegamento dos buques entre si.

**b) Amarre semiautomático**

Neste caso instálase unha plataforma de autoamarre próxima ao peirao, deseñada para evitar que o persoal teña que manexar directamente as amarras, o que proporciona seguridade á operación, e capaz de manter o buque cunha forza de amarre predeterminada e axustada para adaptarse ás forzas ambientais que tendan a sacalo da posición de equilibrio.

O funcionamento da plataforma baséase na acción dun cilindro hidráulico que move un xerador de presión. Este cilindro inclínase sobre o buque para encapelar a amarra e logo volver á súa posición vertical co cable de amarre encapelado, de xeito que poida manter a tensión deste automaticamente.

O sistema ofrece un intervalo de tempo de operación moito máis reducido que os convencionais, ao poder adaptar as tensións, sen a necesidade de que haxa persoal en contacto directo coas estachas. Porén, o investimento necesario non é pequeno e o buque necesita equipamento a bordo.

**Ilustración 8. Amarre semiautomático**

**Fonte:** <[www.ttsgroup.com](http://www.ttsgroup.com)>.

**c) Amarre automático**

O concepto é moi sinxelo. No peirao, un sistema hidráulico acciona uns ganchos que se fincan en firme nalgún tipo de elemento adaptado para tal efecto a bordo do buque. Trátase dunha trincaxe mediante sistema electro-hidráulico. Ao non se contar coa flexibilidade das amarras e a absorción de tensións, o sistema deberá contar cos elementos amortecedores necesarios.

**Ilustración 9. Exemplo de mecanismo electro-hidráulico de amarre automático**

**Fonte:** <[www.togglejaw.com](http://www.togglejaw.com)>.



#### d) Sistema de liberación rápida

A innovación redúcese aquí a un sistema de largado rápido ligado a un sistema de amarre convencional, cunha modificación do punto de amarre en terra, de tal forma que se substitúe a bita por un mecanismo que permite liberar as amarras sen necesidade de que o persoal interveña. Xa que logo, é válido para calquera buque. Ademais da súa sinxeleza e instalación económica, aforra tempo e esforzo ao levantar áncora o buque. Uns ganchos fabricados en aceiro forxado serven de punto de amarre. Están articulados na súa base e o seu movemento contrólao un dispositivo eléctrico que os desbloquea, de forma que baixan e nada impide á amarra quedar libre e poder ser cobrada desde o buque.

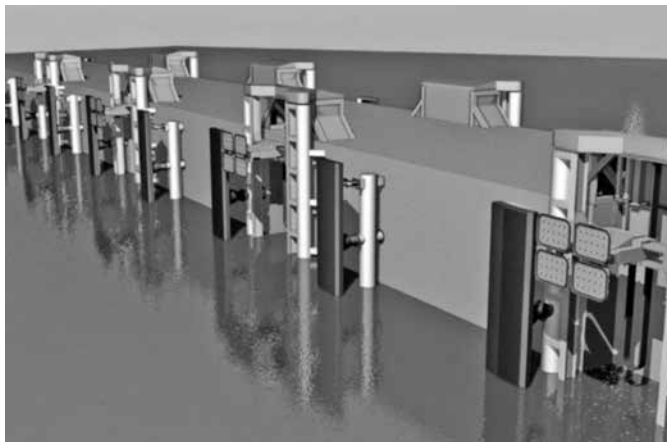
#### Ilustración 10. Exemplo de sistema de liberación rápida



Fonte: <[www.hiseamarine.com](http://www.hiseamarine.com)>.

#### e) Sistema de fixación por baleiro

Neste caso non nos encontramos ante un sistema de amarre como tal, dado que carece de amarras. Trátase dun sistema capaz de fixar o buque ao peirao, nunha posición estable, dunha forma completamente automática e sen requirir a acción manual do persoal. O principio físico utilizado para iso é o da creación dun baleiro que fixa o buque ao peirao. O seu mecanismo de funcionamento é tan sinxelo como enxeñoso e innovador: un dispositivo crea nunha superficie conectada ao buque un baleiro, de tal forma que a presión atmosférica xera sobre a devandita prancha unha presión que a deixa afirmada ao buque.

**Ilustración 11. Elementos de amarre por baleiro**

**Fonte:** <[www.cavotec.org](http://www.cavotec.org)>.

Mooring Systems Limited, a compañía que o deseñou está fabricándoo con éxito. O primeiro prototipo, o Iron Sailor I, precisaba a montaxe no costado o buque doutra prancha similar á instalada en terra, que se controlaba desde a ponte. Ambas debían facerse coincidir como se de puntos de ancoraxe de tratase. A compañía desenvolveu máis tarde o modelo da serie E, que xa non precisaba que houbera ningún equipo a bordo, o que permitía que a totalidade da frota o usase.

O mecanismo sitúase no peirao de atraque. Un sistema de brazos mecánicos mantén retraída a placa que actúa como ventosa grazas a un sistema de vapor. Cando o buque se aproxima, os brazos mecánicos despregan a ventosa de forma que o costado faga contacto con ela antes de tocar o peirao, e daquela comeza a funcionar o sistema de baleiro. Desta forma, e con capacidades de carga de até 20 toneladas (caso do Iron Sailor, serie I), un buque pode quedar amarrado en 12 segundos mediante catro ventosas de baleiro.

### Ilustración 12. Buque amarrado por sistema de baleiro



Fonte: <[www.cavotec.org](http://www.cavotec.org)>.

Entre as vantaxes deste sistema podemos salientar a seguridade, ao evitar a presenza de persoal nas proximidades da manobra, a redución do tempo necesario para o amarre e un funcionamento fiable e de fallo seguro ao existir máis dunha ventosa. As contrapartidas son o grande investimento que cómpre facer e a necesidade de obra para instalar o sistema nos peiraos dun porto.

## 10. Conclusións

- a) O mantemento das liñas de amarre é moi importante. Deben inspeccionarse adoito para manter a súa eficacia ao longo do tempo. Para iso cómpre prestarlles unha especial atención aos cambios da marea e as alteracións do vento e da carga.
- b) Ás amarras e aos equipos de amarre hai que proporcionarlles os coidados de mantemento necesarios para conservalos en bo estado, o que inclúe repoñer as estachas e os cables coa periodicidade necesaria ou cando a súa deterioración o esixa.
- c) Antes de deseñar o guincho de amarre será necesario seleccionar o tipo de material que se usará para as estachas, xa que este influirá no tamaño do tambor da máquina.
- d) Nos últimos anos xurdiron novos e revolucionarios sistemas de amarre nos buques, algúns dos cales racharon coa tradición histórica, ao prescindir das amarras. Estes novos sistemas presentan as seguintes vantaxes:

- Reducen o número de accidentes por causa da ruptura das estachas nas manobras, o que comporta intrinsecamente unha minoración dos accidentes do persoal involucrado nas citadas manobras, o que á súa vez implica un aforro en custo (redución do seguro, de gastos médicos etc.).
- Incrementan a velocidade das operacións de atracada e desatracada, o que redonda no aforro de tempo nas operacións de carga e descarga.
- Melloran o goberno do buque mentres se realiza a atracada.
- Son moi versátiles, polo que poden instalarse na maioría dos peiraos.
- Posúen sistemas automáticos de control das tensións existentes nas estachas, con funcións de alarma e aviso.
- E o que é máis importante, algúns destes sistemas xa empezan a estar certificados polas sociedades de clasificación.

### Referencias bibliográficas

CLARK, I. C. (2009) *Mooring and Anchoring Ships. Vol. 1: Principles and Practice*. Londres, The Nautical Institute.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (2005) [en liña] *Guidance on Shipboard Towing and Mooring Equipment*. Dispoñible no enderezo web <<https://goo.gl/36yJoE>>.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) (2012) [en liña] *ISO 3730. Shipbuilding and marine structures. Mooring winches*. Dispoñible no enderezo web <<https://goo.gl/MKPK4I>>.

OIL COMPANIES INTERNATIONAL MARINE FORUM (2010) *Effective mooring*. Londres, Witherby Seamanship International.

OIL COMPANIES INTERNATIONAL MARINE FORUM (2008) *Mooring Equipment Guidelines*. Londres, Seamanship International.

VERVLOESEM, W. (2009) *Mooring and Anchoring Ships. Vol. 2: Inspection and Maintenance*. Londres, The Nautical Institute.

VILLA CARO, R. (2015) *Sistemas de amarre en buques: situación actual y evolución futura*. Tese de doutoramento presentada no seo do Departamento de Enxeñaría Naval e Oceanica da Universidade da Coruña.

VILLA CARO, R. (2014) «Revolución en los sistemas de amarre de los buques» *Revista General de Marina* 266(3), pp. 475-490.