DESID-2016-014

Posible Evolución de los Sistemas de Amarre de los Puertos Militares y sus Buques

Villa Caro, Raúl; Carral Couce, Luis; Fraguela Formoso, José Ángel; Álvarez Feal, José Carlos Juan

Resumen – Cuando un buque de guerra llega a su lugar de atraque habitual en su puerto base, su sistema de propulsión queda desplazado a un segundo plano, y el buque queda a merced de las condiciones atmosféricas de viento y corriente del lugar, que le obligan a ser amarrado al muelle para que el buque pueda llevar a cabo sus tareas de mantenimiento asociadas a su estancia en puerto. Por ello, y a pesar de la gran importancia que por tanto poseen los sistemas de amarre de los buques y su normativa, estos han evolucionado poco a lo largo de la historia.

Adicionalmente, los accidentes en las operaciones de amarre pueden tener consecuencias muy graves para el personal involucrado en estas maniobras, por lo que la reciente aparición de nuevos y revolucionarios sistemas de amarre, que podrían ayudar a reducir estos accidentes, será analizada en este trabajo, de cuyo análisis surgirán varias propuestas de viabilidad técnica y económica.

Por todo lo citado con anterioridad se deben conocer y estudiar los nuevos y revolucionarios sistemas de amarre, sin el uso de las tradicionales amarras, que pueden ayudar a reducir estos accidentes y a disminuir considerablemente los tiempos de amarre, con el consecuente ahorro. Estos nuevos sistemas de unión al muelle "sin amarras" estarán basados principalmente en sistemas de vacío, en sistemas hidráulicos o en sistemas de trincaje. En este trabajo se llevará a cabo una clasificación de los diferentes sistemas atendiendo al principio físico utilizado para realizar el amarre.

Palabras clave – Amarre; Buque; Automatización; Puerto

Posible evolución de los sistemas de amarre de los puertos militares y sus buques.

Villa Caro, Raúl [1,*], Carral Couce, Luis [2] , Fraguela Formoso, Jóse Ángel [2] y Álvarez Feal, José Carlos [2]

[1] Inspección de buques del Arsenal de Ferrol (ICOFER) / Universidad de la Coruña, Escuela Politécnica Superior de Ferrol; Email: raul.villa@udc.es (RVC)

[2] Universidad de la Coruña, Escuela Politécnica Superior de Ferrol; Emails: lcarral@udc.es (LCC), jafraguela@udc.es (JAFF), carlos.alvarez@udc.es (JCAF)

***** Autor Principal y responsable del trabajo; E-Mail: raul.villa@udc.es (RVC)

Abstract: Cuando un buque de guerra llega a su lugar de atraque habitual en su puerto base, su sistema de propulsión queda desplazado a un segundo plano, y el buque queda a merced de las condiciones atmosféricas de viento y corriente del lugar, que le obligan a ser amarrado al muelle para que el buque pueda llevar a cabo sus tareas de mantenimiento asociadas a su estancia en puerto. Por ello, y a pesar de la gran importancia que por tanto poseen los sistemas de amarre de los buques y su normativa, estos han evolucionado poco a lo largo de la historia. Adicionalmente, los accidentes en las operaciones de amarre pueden tener consecuencias muy graves para el personal involucrado en estas maniobras, por lo que la reciente aparición de nuevos y revolucionarios sistemas de amarre, que podrían ayudar a reducir estos accidentes, será analizada en este trabajo, de cuyo análisis surgirán varias propuestas de viabilidad técnica y económica. Por todo lo citado con anterioridad se deben conocer y estudiar los nuevos y revolucionarios sistemas de amarre, sin el uso de las tradicionales amarras, que pueden ayudar a reducir estos accidentes y a reducir considerablemente los tiempos de amarre, con el consecuente ahorro. Estos nuevos sistemas de unión al muelle “sin amarras” estarán basados principalmente en sistemas de vacío, en sistemas hidráulicos o en sistemas de trincaje. En este trabajo se llevará a cabo una clasificación de los diferentes sistemas atendiendo al principio físico utilizado para realizar el amarre.

Keywords: amarre; buque; automatización; puerto

---

1. Introducción

El automatizar el proceso de amarre de un buque representa un campo novedoso en la tecnología marítima. Se trata de un área muy complejo y multidisciplinario, relacionado con el diseño de nuevos productos, por lo que se debe realizar un análisis en profundidad de las condiciones del medio ambiente y las cargas, las formas del casco, los requisitos estructurales, las sociedades de clasificación, y las necesidades de los armadores. Los productos están ganando gran reconocimiento e interés en todo el mundo. El mismo puerto de Ferrol (A Coruña-España), está estudiando la implantación de estos nuevos sistemas, y astilleros de Vigo (Pontevedra-España) ya han construido buques que disponen de estos dispositivos. A remolque entre este nuevo sistema y el tradicional, se repasará también la existencia de sistemas semiautomáticos, de menor coste. [1] [2]

Las primeros dispositivos instalados en buques civiles demostraron la seguridad y la fiabilidad y asimismo dotaron a las empresas portuarias con importantes eficiencias operativas y ventajas de costes sobres sus competidoras. Todo este nuevo mundo no debe vivir de espaldas a los buques de guerra.

2. Sistemas avanzados de amarre. Clasificación de los sistemas atendiendo al principio físico utilizado

Durante cientos de años, la práctica tradicional del amarre con estachas se ha mantenido sin cambios, pero en la actualidad, con la existencia de un transporte internacional muy competitivo, y con decenas de miles de barcos sirviendo al comercio internacional de bienes de consumo y productos a granel, han aparecido en el mercado compañías especializadas en el diseño de amarre automatizado que están revolucionando los sistemas en buques civiles y militares. En 1999 se instaló por primera vez un sistema llamado “IronSailor” en un buque de pasaje. Después de su puesta en marcha este sistema se ha utilizado de forma segura en más de 10.000 operaciones de amarre automático sin amarras y sin la intervención de los equipos de amarre tradicionales. [3]

Por lo tanto nos enfrentamos al desafío de un cambio en el antiguo, tradicional y aceptado sistema de amarre con estachas. Automatizar el proceso de amarre representa un nuevo campo en la tecnología marítima. Se trata de un área muy complejo y multidisciplinario, relacionado con el diseño de nuevos productos, por lo que se debe realizar un análisis en profundidad de las condiciones del medio ambiente y las cargas, las formas del casco, los requisitos estructurales, las sociedades de clasificación, y las necesidades de los clientes.

2.1 Amarre por vacío

Este sistema de amarre automático consta de varios modelos. La serie “Ironsailor” consta de una unidad de montaje externo que está diseñada para ser adaptada a buques ya existentes. Cuando no se usa la unidad está al nivel de la traca de cinta. Cuando se activa el dispositivo, las unidades descienden y se unen con una placa montada en el muelle. Esta serie fue instalada en el “Aretere”, un ferry de 150 metros de eslora, en 1998. Este buque fue construido en los Astilleros Barreras, en Vigo. [3]

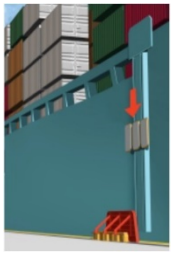

Figura 1. Dispositivo “Ironsailor” (Fuente: www.cavotec.es).

[Posible evolución de los sistemas de amarre de los puertos militares y sus buques]

El sistema actual de amarre representa un salto importante en la técnica desde ese primer sistema desarrollado en el año 1999, ya que actualmente no exige instalaciones específicas en el barco y puede adherirse directamente al casco de la mayoría de los buques mercantes y militares. El modelo, de cara al muelle, tiene la gran ventaja del almacenamiento compacto (retráctil), cuando no esté en uso. Esto permite al sistema permanecer detrás de la línea de defensa para resguardarse del impacto durante el atraque. Cuando se activa, la estructura de soporte de la ventosa se extiende hacia el exterior y la conexión de amarre por vacío se establece en unos pocos segundos. Este sistema está diseñado para atender a la mayoría de los buques y cuenta con varias características importantes que incluyen:

1) Actuación en tres dimensiones y disposición de amortiguación.
2) Posicionamiento de Buques.
3) Carga y control de las mediciones.
4) Control mediante monitorización en tiempo real a y registro de los datos obtenidos.

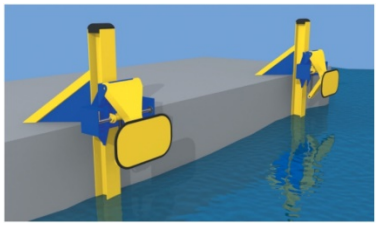

Figura 2. Dispositivo actual por vacío (Fuente: www.cavotec.es)

Estos nuevos sistemas aportan respecto a las siguientes áreas: [4]

SEGURIDAD:

1) Eliminado el riesgo de lesión de la tripulación del barco con las estachas de amarre.
2) Control permanente de la tensión soportada, y sofisticadas funciones de alarma.
3) Diseñado a pruebas de fallos, con características que aseguran un amarre seguro, incluso durante cortes de energía o pérdida de señales de control.
4) Eliminado el riesgo de lesión de la tripulación del barco con las estachas de amarre.

INFRAESTRUCUTURAS:

1) Mayor aprovechamiento en el uso del muelle debido a que el buque queda más próximo al mismo.
2) Mayor longitud aprovechable en los muelles debido a que la cabeza de los barcos podría sobresalir de los mismos.
3) Los puntos anteriores pueden desembocar en un ahorro en la longitud de muelle necesaria.

ECONOMÍA:

1) Fijación rápida (normalmente sobre 12 segundos) y la liberación es instantánea.
2) No presenta demoras a la espera de que los equipos de amarre estén disponibles.
3) Sólo se requiere de un operario, con base en tierra o a bordo, para activar y controlar remotamente el amarre del sistema.
4) No existen interrupciones en las tareas o descansos de las tripulaciones de los buques.
5) Reducción del número de tripulación en los barcos.
6) Estancia más corta en el puerto, lo que significa una reducción de la velocidad en la navegación y una mejor utilización de los muelles.
7) Reducción del tiempo necesario de uso de remolcadores y prácticos.

MEDIO AMBIENTE:

1) Amarre rápido, lo que significa un menor funcionamiento de la propulsión del buque, de los remolcadores, etc. lo que implica menores emisiones en el puerto.
2) Los sistemas de amarre tienen una baja demanda de energía eléctrica y prácticamente no tienen consumo.
3) Exige una menor velocidad en la navegación, lo que se traduce en un menor consumo de combustible.
4) Eliminación del desgaste de la estacha, la pintura y las defensas, ampliando el ciclo de vida de estos productos.

2.2 Sistema semiautomático de amarre: TTS

A finales de 2009 se dio el pistoletazo de salida para suministrar un nuevo sistema de amarre semiautomático en el puerto de Copenhague. El puerto estuvo en fase de expansión a gran escala, con la construcción de nuevas instalaciones. El sistema comprende una plataforma de auto-amarre, que incluye un cilindro hidráulico y un generador de energía hidráulica alojada en un armario en el muelle. El personal permite operar el equipo a través de pulsadores y dirigir manualmente la amarra de tensado automático alrededor del bolardo equipado en la embarcación. Las características de seguridad incluyen un sistema de alarma diseñado para alertar al personal de cambios significativos en la tensión, o de fallo del sistema. [3]

Con el fin de reducir el número de personas que se necesita en tierra durante la operación de amarre, el bolardo semiautomático ha sido diseñado para funcionar con un movimiento vertical de baliza telescópica que puede inclinarse contra el casco. El sistema semiautomático de bolardo hidráulico consta de brazo telescópico vertical que incluye un bolardo abatible y un cilindro basculante.

Figura 3. Dispositivo semiautomático de amarre (Fuente: www.ttsgroup.com)

2.3 Sistema de amarre hidráulico: SHORE-TENSION

La empresa KRVE ha desarrollado y probado un sistema adecuado y sencillo, junto con la Autoridad Portuaria de Rotterdam, que ofrece una tensión permanente sin necesidad de energía externa constante. El sistema se denomina “Shore-Tension”. Este sistema reduce el movimiento del buque provocado por el viento, la corriente o los buques que pasan cercanos al buque atracado.

Shore-Tension trabaja como un sistema de amarre hidráulico automático. Unas válvulas de control aseguran que la tensión de la línea de amarre no supere la carga de seguridad de los cabos de amarre y norays del muelle. Gracias a esto, todas las líneas de amarre tendrán la misma tensión, lo cual mejorará

el amarre. Por medio de este sistema de amarre evitaremos situaciones en las cuales, debido al mal tiempo, sean necesarias estachas extras y el uso de remolcadores. [4]

Figura 4. Dispositivo hidráulico automático (Fuente: www.shoretension.com)

Gracias al uso del nuevo sistema, se evitan líneas de amarre adicionales. El sistema consta de un cilindro que tiene cuatro cámaras. La cámara de gas/aceite se llena con aceite. El gas en la cámara asegura que el aceite será descargado en la cámara de tensión del cilindro, a través de la válvula de no retorno. El nivel de la presión de gas es determinante para mantener la fuerza y tensión del amarre. El sistema no elimina las estachas de amarre tradicional, pero las complementa y reduce el número de las mismas necesario.

Ventajas del sistema de ShoreTension:

1) Impide que las líneas rompan (menos lesiones personales).
2) Garantiza la seguridad del buque.
3) Supone menos amarras: por lo que los accidentes deberían reducirse.
4) Reduce el problema del mar de fondo.
5) Compensa el problema de succión creado por los buques que pasan cerca.
6) Menores primas de seguro.
7) Aumenta la velocidad de carga y descarga.
8) Es versátil y puede ser instalado sobre casi cada muelle o espigón.
9) Puede suministrar una tensión (alta) constante.
10) Tiene sensores que registran las tensiones en las estachas.
11) Presenta datos que serán accesibles para el capitán, armador, y el puerto.
12) Los datos serán registrados para la evaluación y posterior análisis.
13) Está registrado por LRS.

2.4 Amarre automático basado en trincaje

Este sistema consiste en un vagón que incluye un ojo y un cilindro hidráulicos, un sistema de control electrónico, un sistema hidráulico y un panel de control. Puede ser diseñado con una fuerza de amarre variable dependiendo de los requerimientos del cliente. El sistema necesita un pivote y un hueco en el casco del buque.

Figura 5. Dispositivo de trincaje (Fuente: www.ttsgroup.com)

3. Resultados y propuestas de viabilidad

El puerto exterior de Ferrol está situado en el NW de la Península Ibérica, en el interior de la ría a la que da nombre, conectado al océano Atlántico mediante un canal de 4 Km., 200 m de ancho en su parte más angosta y 12 m de calado. Su actividad es comercial, con un tráfico compuesto por graneles sólidos, líquidos y mercancía general. Las expectativas de crecimiento del tráfico, con horizonte en el 2025, determinaron que la Autoridad Portuaria de Ferrol se planteara la necesidad de nuevas instalaciones que pudieran atender un tráfico compuesto por buques de mayor tamaño y requerimientos más exigentes en su maniobra y en el servicio que ha de prestárseles. El nuevo puerto consta de un dique de 1120 m, que arranca del cabo Prioriño a unos 350 m del acceso a la ría y tiene adosado un atraque para graneles líquidos, un muelle de 1515 m para graneles sólidos y mercancía general con calado de 20 m y posibilidad de atraque para cuatro buques de 300 m de eslora. [5]

A continuación se realiza un estudio de viabilidad que podría igualmente ser aplicable a buques de guerra en puertos militares.

3.1 Amarre por vacío. Moormaster (Cavotec)

Esta empresa dispone de distintos modelos, siendo el precio de las unidades que podrían aplicarse en el puerto de Ferrol (Moormaster 200 ó Quaysailor 20), de unos 390000-445000 €/ud, proponiéndose la instalación de una unidad cada 12-13 metros.

Para decidir esta propuesta se toma como referencia una modificación que se ha realizado en el año 2011 en el puerto de Karara Mining, Geraldton, en el oeste de Australia. Este puerto apostó por incorporar los “MoorMaster 200”, como en este trabajo se propone para Ferrol, con una capacidad de “12x20 tons”, para principalmente alimentar el mercado de amarres de graneleros tipo “Panamax”.

Figura 6. Dispositivo Cavotec por vacío (Fuente: www.cavotec.es)

A continuación se procede a identificar la zona del puerto exterior de Ferrol donde sería factible el incorporar los sistemas de amarre automático. Se puede observar que los muelles poseen un sistema de defensas que habrán de tenerse en cuenta a la hora de querer instalar los sistemas de amarre automático. Se puede también comprobar que justo a la altura de cada defensa, existe un bolardo de 150 toneladas en el muelle. Estas defensas, con las que ya cuenta el muelle, están instaladas cada 30 metros, tal como se indica a continuación.

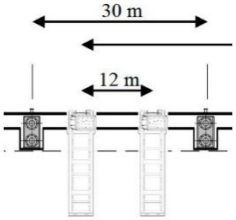

Figura 7. Situación y emplazamiento de los sistemas de amarre por vacío entre cada pareja de defensas (Fuente: propia)

[Posible evolución de los sistemas de amarre de los puertos militares y sus buques]

Con los datos anteriores, y los expuestos al comienzo de este apartado, puede deducirse un coste por metro lineal de muelle equipado, del orden de 30000 euros. Y aunque cualquier sistema de amarre que difiera del tradicional sistema de estachas y cables, necesita un coste de inversión y mantenimiento mayor, los cálculos se muestran a continuación.

Como el muelle del puerto exterior de Ferrol tiene una longitud de 1500 metros, necesitaremos de al menos 150 equipos de amarre por vacío individuales. Con un precio unitario para cada "MoorMaster 200" de 400.000 euros, tendremos un coste de instalaciones de 60 millones de euros. Estas cifras, francamente elevadas, aparecen de tener en cuenta la totalidad de los 1500 metros del muelle y con una separación entre equipos de tan solo 12 metros. Pero si se decidiera instalar los "MoorMaster 200", con una distancia de 15 ó 20 metros entre ellos, se obtendrían valores más reducidos de inversión, llegando a los 45 y 30 millones de euros respectivamente.

A estos valores, obviamente, habría que añadir un precio de mantenimiento y un salario para operarios cualificados que manejan este sistema.

Entre las ventajas que se podrían obtener con la modificación propuesta se podrían destacar:

- Necesidad de menor infraestructura de muelles.
- Capacidad para mantener la productividad del muelle con olas de un metro.
- Mejora en la seguridad del personal.
- Ahorro en estachas de amarre y en mantenimiento de chigres y cabrestantes.
- Ahorro de tiempo en las maniobras de atraque y desatraque.

Dada la complejidad del sistema en cuanto a los costes, este sistema estaría un tanto mermado frente a otros sistemas más económicos, como lo son el sistema tradicional de amarre por estachas y cables o el sistema de cilindros hidráulicos. Y como es el tema económico lo que decide si un producto es rentable o no, se dependerá en gran medida del tráfico portuario, y del número de buques que hagan el uso de este sistema, para conocer si es realmente rentable. Numerosas estadísticas demuestran que en zonas clave, de denso tráfico marítimo, se están incrementando este tipo de instalaciones.

3.2 Shoretension (Krve)

Cada unidad tiene un coste aproximado de 65.000 €, a lo que debe añadirse el coste de las estachas "dyneema", fuertemente recomendadas por el fabricante, por lo que se puede pensar, con más exactitud, en un coste del orden de 75.000 €/ud. Para buques de gran porte se propone la utilización de cuatro unidades. Para buques menores, sería suficiente con el uso de dos. Es un sistema de amarre que no sustituye las amarras habituales del buque, sino que las complementa. Este sistema puede ser muy interesante para aquellos buques, de costados poco paralelos al muelle, en los que no sería muy recomendable el sistema anterior, como por ejemplo los nuevos portacontenedores.

4. Conclusiones

- En los últimos años han surgido nuevos y revolucionarios sistemas de amarre en los buques que han roto con la tradición histórica, al prescindir - alguno de ellos - de las tradicionales amarras. Estos nuevos sistemas presentan las siguientes ventajas:

1 Reducen el número de accidentes acaecidos en las maniobras.

2 Incrementan la velocidad de las operaciones de atraque y desatraque.

3 Mejoran el gobierno del buque mientras se realiza el atraque.

4 Son muy versátiles por lo que pueden instalarse en la mayoría de los muelles.

5 Poseen sistemas automáticos de control de las tensiones existentes en las estachas.

6 Algunos de estos sistemas ya empiezan a estar certificados por las Sociedades de Clasificación.

- Entre las ventajas que se podrían obtener con la modificación propuesta en este trabajo, para el puerto de Ferrol, se podrían destacar:

1 Menor necesidad de infraestructura portuaria de muelles, al poder ser ubicados más barcos en el mismo espacio, lo que provocará un ahorro por la no necesidad de construcción de más muelles.

2 Las características de los equipos aseguran el poder mantener el funcionamiento del sistema con olas de hasta un metro de altura.

3 Se mejora la seguridad del personal.

4 Se ahorra en adquisición de estachas de amarre y en mantenimiento de chigres y cabrestantes, ya que estos no se utilizan, y los nuevos sistemas exigen menos mantenimiento.

5 Reducción del intervalo de tiempo invertido durante las maniobras de atraque y desatraque.

- Se podría considerar que los sistemas tradicionales de amarre, mediante el uso de estachas, se están quedando desfasados con el nuevo enfoque que recibe la industria naval. Y es probable que en un futuro no muy próximo, los puertos empiecen a dotarse de los equipos necesarios para el amarre por vacío mediante el uso de ventosas. Hasta ese momento puede que se asienten los sistemas híbridos tipo “shoretension”, que son una situación intermedia, en lo referente al coste. No obstante, en muelles previstos para tráfico de buques portacontenedores, por ejemplo, que alberguen también tráfico de buques de pasaje de línea regular, los dispositivos de amarre por vacío probablemente se asienten con mayor celeridad.

Referencias

1. Carral J, Carral L, Villa R et al. Anchor windlasses, a design proposal to standardise regulations. *International Journal of Maritime Engineering (RINA)* 2015; 157: 95-104.
2. Carral J, Carral L, Fraguela J et al. Standardising the design and production of mooring winches through more cohesive regulations: a necessary step. *International Journal of Maritime Engineering (RINA)* 2015; 157: 251-262.
3. Villa R. Revolución en los sistemas de amarre de los buques. *Revista General de Marina* 2014. 4: 475-490.
4. Villa R. *Sistemas de amarre en buques: situación actual y evolución futura*. Ferrol: RUC Universidade da Coruña, 2015.
5. Villa R, Carral L and Fraguela, J. Estudio de viabilidad técnica para la implantación de novedosos sistemas de amarre en buques en el puerto de Ferrol (España). In: *II Congreso Panamericano de Ingeniería Marítima, Portuaria y Naval (CIMYN) y I Congreso de Corrosión*, Ciudad de Panamá, Panamá, 2015, paper no. DOI:10.13140/2.1.3864.5443.