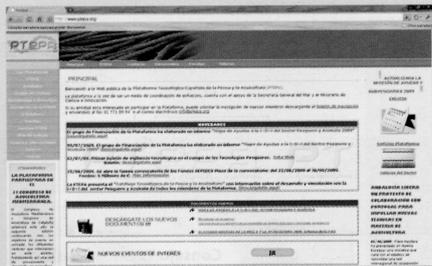


www.ptepa.org

En esta ocasión, destacamos el portal de internet de la Plataforma Tecnológica Española de la Pesca y la Acuicultura (PTEPA). Esta plataforma es un medio de coordinación de esfuerzos que cuenta con el apoyo de la Secretaría General del Mar y el Ministerio de Ciencia e Innovación. Las Plataformas Tecnológicas Españolas han surgido con el objetivo de aunar y coordinar acciones e información en relación a las tecnologías a las que dedican sus esfuerzos, creando así una agenda estratégica de investigación sobre temas de elevada importancia y con gran relevancia social. En otros casos, las Plataformas Españolas nacen como apoyo a las plataformas europeas y, en otros casos, cuando éstas no existen, se constituyen como mecanismos de orientación y estructuración del sector a nivel nacional, estableciendo recomendaciones de actuación estratégica en I+D y constituyéndose como un foro de referencia para las administraciones públicas. En ambos marcos, las Plataformas Tecnológicas Españolas se configuran como el elemento clave de la participación española en el VII Programa Marco.



En su página de inicio se pueden distinguir claramente tres modos de acceso a sus contenidos, uno en el menú principal situado a la izquierda, un menú secundario donde se destacan cinco de los trece apartados en los cuales se estructura la página situado en horizontal en la parte superior y finalmente los accesos directos repartidos por el resto de la página, considerados como los de mayor interés para los visitantes: novedades, documentos nuevos, eventos y noticias. De los 13 apartados que conforman esta página los siguientes están relacionados con toda aquella información relativa a qué es y quiénes participan en esta plataforma y cómo manejarse en la búsqueda de ayudas y subvenciones a la I+D+i para el sector pesquero y acuícola tanto a nivel internacional como nacional, éstos son: La Plataforma, PTEPA, entidades, inscripción en la PTEPA y ayudas y subvenciones. Existe otro apartado donde poder acceder para su lectura y descarga si así se desea de documentos relacionados con PTEPA, documentos de las plataformas y los informativos del sector. Además de consultar documentos, también se pueden consultar las noticias, eventos y e-boletines en los apartados denominados tal cual, también incluidos en el apartado general de noticias. Finalmente queda por nombrar el apartado de

enlaces, en el cual se muestran los vínculos de interés dentro del sector acuícola y pequero clasificados en: plataformas, legislación, ministerios nacionales e instituciones y organismos públicos. El último de los apartados es el denominado Plan de trabajo en el cual, se presenta un cronograma de trabajos iniciales de la PTEPA que refleja las fases o hitos del proyecto así como una estimación de los plazos temporales para la consecución de las actividades previstas para el año en curso.

www.oceana.org

Oceana es una organización internacional que trabaja para proteger y recuperar los océanos. Su equipo está compuesto por científicos marinos, economistas, abogados y otros colaboradores que están luchando para conseguir cambios concretos en la legislación para reducir la contaminación y prevenir el colapso irreversible de los stocks pesqueros, proteger a los mamíferos marinos y otras formas de vida marina. Entre sus logros destacan la protección de corales de más de 1.000 años de antigüedad en Nueva Inglaterra y el Atlántico Medio, la protección de mamíferos marinos en el Pacífico sur y el Ártico, impedir el derrame de 20 millones de toneladas de petróleo en aguas europeas, etc.

A través de su portal de internet podremos acceder a las campañas realizadas por el catamarán *Oceana Ranger* y por el buque *MarViva Med*, un buque de 42 m de eslora, que estuvo al servicio de institutos de investigación pesquera de los gobiernos de Irlanda del Norte y Escocia, y que fue adaptado para las tareas de campaña de esta organización conservacionista internacional.

En el apartado de prensa podemos consultar los comunicados de prensa, videos, reportajes y entrevistas realizadas por esta organización. Además, se pueden descargar el amplio repertorio de informes anuales y publicaciones que realiza Oceana para difundir los resultados de las investigaciones científicas que llevan a cabo sobre los más variados temas: maraje de tortugas, montañas submarinas, muerte de cetáceos por el uso de sonar activo en maniobras militares navales, etc.

En la parte superior de su página de inicio se puede acceder a las noticias, eventos y diversos temas relacionados con Europa, América Central, Norteamérica y Suramérica.



INGENIERIA NAVAL

noviembre 2009

Revista editada por la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España.
Fundada en 1929
por Aureo Fernández Avila I.N.



Presidente de AINE y de la Comisión de la Revista
José Esteban Pérez García, I.N.

Vocales de la Comisión de la Revista
José Ignacio de Ramón Martínez, Dr. I.N. (Secretario)
M.ª Jesús Puzas Dacosta, Dr. I.N.
Manrique Miguel Álvarez-Acevedo Alonso, I.N.

Directora
Belén García de Pablos, I.N.

Asesores
Sebastián Martos Ramos, I.N.

Redacción
Verónica Abad Soto
Beatriz Calvo Mascarell

Publicidad
Dirección Comercial Baupress, S.L.
Rafael Crespo Fortún
Tels.: 915 102 059 / 609 117 340
Fax: 915 102 279

Dirección
Castelló, 66 - 28001 Madrid
Tels.: 915 751 024 / 915 771 678
Fax: 917 812 510
e-mail: rin@ies.es
http://www.ingenierianaval.eu

Diseño y maquetación
Domingo Tejada Martínez
Tel.: 915 779 889
domingo@parpubli.com

Impresión
Graymo, S.A.
Tel.: 916 412 011

Suscripción Anual/Subscription Costs

España	70,00 €
Portugal	100,00 €
Europa	115,00 €
Resto del mundo	138,00 €
Estudiantes España	35,00 €
Estudiantes resto del mundo	95,00 €
Precio del ejemplar	7,00 €

Notas:

No se devuelven los originales. La Revista de Ingeniería Naval es una publicación plural, por lo que no necesariamente comparte las opiniones vertidas por sus colaboradores en los artículos, trabajos, cartas y colaboraciones publicados, ni se identifica con ellos, y sin que esta Revista, por su publicación, se haga en ningún caso responsable de aquellas opiniones. Los firmantes de los artículos, trabajos, cartas y colaboraciones publicados son autores independientes y los únicos responsables de sus contenidos. Se permite la reproducción de nuestros artículos indicando su procedencia.

Publicación mensual
ISSN: 0020-1073
Depósito Legal: M 51 - 1958

Publicación controlada por la OJD



Estimada Rev

Después de leer respondiendo Medio Ambiente principio estimación, he considerado la vista de la pole

Cuando leí "lógico", con el ANTROPOGÉN y tristeza. Esta audacia y ligero por técnica exclusiva, últimas tecnología con las ciencias, con poder resultado de: ("ES LA FALAC mayoría del momento cierto, toman las me

Creo que no es petulancia momentáneo glose en la neg que investigan expresado sob a unos gráficos muchos de el Sr. Gefaell, no rotunda teorías

Es cierto que como el Sr. Ge en exclusiva la tamiz de la ló, existen y exist diversas razones rigurosos de los sus estudios d

Algo parecido dos del siglo p estudios sobre

Ante estos est producto dañi gran prestigio, res, y que los ajenas de los p

Más tarde se de gran presti

UN SISTEMA EMBARCADO DE EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD Y AYUDA AL PATRÓN DE BUQUES DE PESCA

Marcos Míguez González ¹⁾
 Pilar Caamaño Sobrino ¹⁾
 Rafael Tedín Álvarez ¹⁾
 Vicente Díaz Casás ¹⁾
 Alba Martínez López ¹⁾

¹⁾ Grupo Integrado de Ingeniería, Universidade da Coruña
 mmiguez@udc.es, pcsobrino@udc.es, rtedin@udc.es,
 vdiaz@udc.es, amartinezl@udc.es

Artículo presentado en el 48 Congreso de Ingeniería Naval e Industria Marítima celebrado en Vigo, los días 25 y 26 de junio de 2009

Resumen

La actividad de la pesca se encuentra, dentro del sector marítimo, a la cabeza en lo que se refiere a accidentes y pérdidas de buques. Una de las principales causas de estos accidentes es la pérdida de estabilidad y problemas asociados a esta, en situaciones que en muchas ocasiones las tripulaciones desconocen cómo abordar, entre las que se pueden encontrar la pérdida de estabilidad propiamente dicha, la navegación con mares de popa o la resonancia paramétrica.

En este trabajo se presentan las investigaciones llevadas a cabo por el Grupo Integrado de Ingeniería para el diseño de un sistema embarcado de evaluación de la estabilidad en pesqueros que, de una manera sencilla, sea capaz de proporcionar a los patrones de las embarcaciones pesqueras información acerca de la estabilidad de su buque, los posibles riesgos a los que puede enfrentarse y posibles actuaciones para evitarlos mismos.

Abstract

Fishing is at the front of the maritime sector in accidents and ship losses. One of the main causes of these accidents is the loss of stability and its associated problems, such as pure loss of stability, sailing in following seas (broaching and surf-riding) or parametric rolling. In many cases, the crews of the vessels don't know how to deal with these situations.

In this paper, the research done by the Integrated Group for Engineering Research of the University of A Coruña to develop an onboard stability evaluation system for fishing vessels is presented. This system should provide the skippers of fishing vessels with information about the stability of their ships in a simple way, about the risks they could be facing and giving advice on how to avoid them.

1.- Introducción

La actividad pesquera representa una contribución cercana al 0,2 % del producto Interior Bruto estatal y proporciona empleo a unas 70.000 personas. Aunque realmente no sea una cifra elevada, la pesca tiene un carácter marcadamente regional y su contribución al PIB de las zonas altamente dependientes puede llegar a valores cercanos al 15 % [1]. En España, Galicia, con más de la mitad de la flota y los tripulantes, Andalucía y el País Vasco, son las comunidades en que el sector de la pesca tiene mayor importancia, aunque esta es alta en la mayor parte de las comunidades costeras.

A pesar del relativamente pequeño número de empleos que proporciona, el sector de la pesca es uno de los de mayor siniestralidad laboral, precedido a nivel estatal en los últimos años por el sector de la cons-

Índice

Resumen / Abstract

- 1.- Introducción
- 2.- La actividad pesquera. Buques de pesca
- 3.- Requisitos normativos de estabilidad aplicable a buques de pesca
- 4.- Problemas asociados a la estabilidad de los buques de pesca
- 5.- Sistema de evaluación de estabilidad. Descripción
- 6.- Sistema de evaluación de estabilidad. Estado actual de desarrollo
- 7.- Sistema de evaluación de estabilidad. Trabajo futuro
- 8.- Conclusiones
- 9.- Bibliografía

una posterior comprobación de los criterios de estabilidad, tal y como es obligatorio según la normativa mencionada en el apartado anterior. Por sí solas no provocan los incidentes, pero debido a la reducción en la capacidad adrizante del buque puede suceder que, bajo condiciones técnicamente seguras, se produzca una grave escora o incluso el vuelco.

Dentro de este grupo, pueden encontrarse los siguientes casos:

Variaciones en la estructura y equipos del buque. Es habitual, especialmente en buques de tamaño medio – pequeño, la realización de reformas a bordo o modificaciones en el equipamiento del buque, que pueden implicar una elevación del centro de gravedad del mismo con la consecuente reducción de estabilidad, que no son declaradas a la autoridad competente ni incluidas en ningún análisis de evaluación de estabilidad.

Modificaciones en la utilización de espacios. Los cambios en el uso de espacios no diseñados a tal efecto, como por ejemplo el uso de un espacio vacío como tanque de lastre, dan lugar a condiciones de carga que no han sido evaluadas y que pueden dar lugar a problemas de estabilidad.

Situaciones Operacionales del Buque. En este grupo podemos incluir todas aquellas situaciones que pueden producirse durante la faena de pesca debido a una operación incorrecta o a una situación imprevista durante la misma y que en sí mismas o en conjunto con otras, pueden significar un grave riesgo para el buque [15].

Sobrecarga. La sobrecarga del buque es una situación relativamente frecuente. Cuando las jornadas de pesca dan buen resultado, es habitual prolongarlas el mayor tiempo posible para regresar con la mayor cantidad de capturas, cargando el buque más allá de lo recomendable y de lo legal en ocasiones. El francobordo mínimo reglamentario no debería superarse nunca, ya que la disminución del mismo supone también una reducción en la estabilidad. Esta situación, unida a la navegación con cierres estancos abiertos, puede facilitar la inundación del buque a través de los mismos, dado que el margen para evitar la entrada de agua es ahora menor. Además de la sobrecarga por capturas, puede darse el caso del transporte de más aparejos de los que se contemplan en el libro de estabilidad del buque, dando lugar, normalmente, a una elevación del centro de gravedad y también a una reducción del francobordo estudiado para esa condición.

Estiba inadecuada. Una incorrecta estiba de la carga, tanto en bodegas como en cubierta, puede causar varios problemas asociados. Por un lado, situar cargas en cubierta si el buque no está autorizado a transportarlas (condición que por lo tanto no ha sido estudiada), puede llevar de nuevo a elevaciones potencialmente peligrosas del centro de gravedad. Asimismo, una mala estiba de la carga en cubierta puede bloquear las falucheras de desagüe de la misma, impidiendo el vaciado de la posible agua embarcada por el oleaje y reduciendo la estabilidad por la aparición de una gran superficie libre en cubierta. Por último, un corrimiento de la carga debido a una defectuosa estiba puede dar lugar a un desplazamiento lateral del centro de gravedad del buque. Este desplazamiento provoca una escora permanente, que implica una reducción en la estabilidad y en el francobordo, facilitando de nuevo el embarque de agua.

Levantamiento de cargas excesivas. La elevación de aparejos pesados o cargas mediante plumas, grúas o tangones alejados de la crujía del buque, sobreestimando la estabilidad del buque, puede dar lugar a escoras elevadas (con la reducción de estabilidad y francobordo asociada) y en los peores casos puede dar lugar al vuelco. Los buques cerqueros, que halan el aparejo por el costado desde puntales elevados, o los buques arrastreros con tangones o a la pareja, en que el tiro no se realiza en el plano de crujía, son en los que más posibilidades existen de que se produzcan estas situaciones.

Enganches del aparejo. En buques arrastreros principalmente, pueden presentarse situaciones de riesgo si el aparejo se engancha en el fondo, provocando una repentina detención del buque y una disminución del francobordo en su zona de popa. Este problema es especialmente peligroso navegando con mares de popa, ya que se puede producir embarque de agua por esta zona. Si a este hecho se añade el encontrarse las puertas y escotillas estancas abiertas, puede producirse la inundación del buque y la posible pérdida del mismo.

Causas Meteorológicas. Entre estas se encuentran las situaciones provocadas por el hecho de la navegación bajo condiciones meteorológicas adversas para el buque a considerar, o en situaciones en que el buque se encuentra con su estabilidad reducida por una de las causas descritas anteriormente. Condiciones de mar y viento que bajo las prescripciones reglamentarias podrían no implicar un riesgo, pueden resultar peligrosas en casos de francobordo reducido o elevados centros de gravedad que reduzcan la capacidad del buque para sobrevivir a las mismas.

Embarque de agua/Inundación. El embarque de agua sobre las cubiertas expuestas del buque no es una situación peligrosa en sí misma, siempre y cuando las aberturas estancas del buque se encuentren cerradas y las falucheras de desagüe de la cubierta despejadas, permitiendo una evacuación rápida del agua acumulada. Esta situación puede resultar peligrosa cuando en estas circunstancias y debido a una incorrecta operación del buque, el agua se acumula en la cubierta o en el interior, provocando superficies libres o la inundación del mismo.

Olas rompientes. Especialmente peligrosas navegando con la mar de través en condiciones de estabilidad reducida, ya que el buque, escorado por acción de la ola, puede no ser capaz de volver a la posición de adrizado. Son especialmente peligrosas para buques de tamaño mediano-pequeño, ya que el riesgo de vuelco es proporcional a la altura de la ola relativa al tamaño del buque [14]. Asimismo, provocan el embarque de agua descrito en el párrafo anterior o el corrimiento de la carga incorrectamente estibada y asegurada.

Viento. Aunque el viento no es un factor especialmente peligroso en la mayoría de buques, puede contribuir al aumento de la escora en casos particulares de buques con elevado puntal y gran superestructura y en situaciones con estabilidad reducida por otras causas.

Hielo. La formación de hielo tiene como resultado la elevación del centro de gravedad con la reducción de estabilidad que esto implica. Afecta especialmente a aquellos buques con grandes cubiertas y superestructuras que navegan en zonas frías. En estos casos, el estudio de formación de hielo debe contemplarse en los estudios de estabilidad, no estando permitido a aquel buque en que no esté contemplado la navegación en estas áreas.

Inestabilidades Dinámicas. Estas situaciones se producen cuando el buque se encuentra navegando e implican problemas de estabilidad debidos a la interacción buque-ola [16]. Su aparición es independiente de la estabilidad inicial del buque, aunque sus efectos se minimizan a medida que el buque dispone de una reserva de estabilidad mayor. Estos fenómenos, asociados con una condición de estabilidad reducida, pueden llevar al vuelco y a la pérdida del buque. La mejor medida para evitarlos, es navegar fuera de las áreas de velocidad y rumbo a la mar en que son más probables.

Resonancia paramétrica. Este fenómeno consiste en la aparición repentina, durante un tiempo más o menos reducido, de bruscos movimientos de balance de elevada amplitud, que puede superar los 45° y que en el peor de los casos pueden implicar el vuelco del buque si este no dispone de capacidad de adrizamiento suficiente (además de posibles corrimientos de la carga o embarques de agua).

La resonancia se produce principalmente navegando con mares de proa o de popa, cuando la frecuencia de encuentro del buque con las olas es cercana al doble de la frecuencia natural de balance del mismo y la longitud de onda de las mismas es del orden de la eslora del buque. La variación que se produce en el plano de flotación debido a la posición relativa de la ola respecto al buque, produce variaciones en el radio metacéntrico y por tanto de los brazos adrizantes. Esta variación adecuadamente sincronizada (como sucede en este caso), provoca que cualquier movimiento de escora por pequeño que sea se amplifique mientras el amortiguamiento del buque no sea suficiente para contrarrestarlo y se mantengan las condiciones mencionadas.

Pérdida de estabilidad. Esta situación es similar a la anterior, pero se produce principalmente en mares de popa, en olas cuya longitud de onda es similar a la eslora del buque. En estas circunstancias, cuando la cresta de la ola se encuentra cercana a la maestra del buque, y los senos están en proa y popa, la estabilidad del buque se reduce respecto a la que tiene en aguas tranquilas, al reducirse también su superficie en flotación y por tanto el radio metacéntrico y los brazos adrizantes. Cuanto más dure esta situación, es decir, cuanto más semejante sea la velocidad del buque a la de la ola, más posibilidades existen de que un momento escorante externo actúe sobre el buque (una ola de costado, viento, etc.) y este no tenga capacidad suficiente para contrarrestarlo y mantener el buque adrizado.

Orzadas repentinas (Broaching). El fenómeno de *broaching* se produce cuando el buque se encuentra navegando con mares de popa o aleta. En un instante dado, el momento de guiñada inducido por la acción de la ola puede ser superior al momento ejercido por el timón en sentido opuesto y por lo tanto, el buque pierde el gobierno y tiende a situarse atravesado a la mar experimentando una fuerte escora debido a la virada realizada. En estos casos, además del riesgo implícito que supone la escora desarrollada durante la virada, el buque termina la maniobra con el mar de través en una situación poco deseable con mala mar. En ambas fases del fenómeno, el disponer de un elevado margen de estabilidad ayudará al buque a sobrevivir, primero a la maniobra de giro y posteriormente a la acción de las olas que inciden de través.

Como puede apreciarse, existen una gran variedad de situaciones en que el buque puede encontrarse en peligro debido a problemas de estabilidad y todas ellas pueden evitarse de dos modos. Por un lado, mediante la formación de las tripulaciones en materia de seguridad, concienciándolas en puntos clave como pueden ser la correcta estiba de la carga, el cierre de las aberturas estancas del buque o la no navegación en condiciones meteorológicas que son claramente adversas y peligrosas. Y por otro lado, mediante la información. Muchos de los accidentes se producen porque los patrones desconocen exactamente el nivel de estabilidad de su buque y se realizan maniobras que el buque no es capaz de soportar. Además, en el caso de los problemas de estabilidad dinámica, el desconocimiento de estos fenómenos y sus condiciones de aparición hacen imposible que se actúe de antemano para evitar que sucedan. Un sistema de información claro y sencillo de utilizar que complementa al libro de estabilidad en los casos en que este sea obligatorio y que proporcione al patrón el estado real de su buque en lo que se refiere a estabilidad, ayudaría a evitar situaciones de riesgo en todo tipo de buques de pesca.

5.- Sistema de evaluación de estabilidad. Descripción

Tal y como se ha descrito a lo largo de este trabajo, una de las principales causas de los accidentes marítimos que afectan a buques de pesca es el déficit de estabilidad y este, a su vez, es debido a una incorrecta evaluación de la misma por parte de los patrones que, o bien no disponen a bordo de elementos que les ayuden a realizar esta tarea, o bien estos métodos son engorrosos, poco claros y en muchos casos incomprensibles para los patrones. Los libros de estabilidad

obligatorios a bordo para los buques de más de 12 metros de eslora, en muy pocas ocasiones son utilizados por las tripulaciones.

Es por lo tanto claro, no sólo a nivel español si no a nivel internacional, que es necesario proporcionar a los patrones sistemas sencillos que les ayuden a valorar cuál es la estabilidad de su buque. Aunque este hecho es aceptado internacionalmente, no existen muchas alternativas al respecto, aunque sí algunas (que incluso han sido adoptadas por las distintas autoridades nacionales), incluyendo sencillos manuales dirigidos a los patrones y los armadores de los pequeños pesqueros [17] y sistemas situados a bordo y accesibles a la tripulación. En [14] se realiza un análisis detallado del estado del arte actual en este último campo, observándose cuatro alternativas diferenciadas. Por un lado, la utilización de un poster de tamaño A4, opción utilizada en Noruega e Islandia, en el que mediante un código de colores y una descripción general de los lugares donde puede estar situada la carga, se identifican las distintas situaciones de carga como seguras, con riesgo medio o con riesgo de vuelco grave.

Una segunda opción, la propuesta en Estados Unidos por Womack [5], consiste en una matriz de carga que incluye una descripción más detallada de las condiciones de carga del buque y que también considera las condiciones meteorológicas para valorar el mayor o menor riesgo de las mismas, riesgo que se representa mediante un código de colores. Es más completo que el caso anterior, pero en casos de buques con un número elevado de tanques se hace compleja y requeriría de varias matrices (y por tanto hojas), dificultando su comprensión.

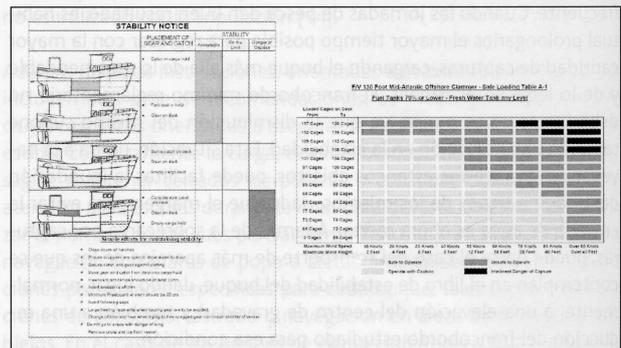


Figura 2. Diferentes alternativas de información al patrón de pequeños pesqueros. Izqda.: Poster de Estabilidad. Norwegian Maritime Directorate. Dcha. Matriz de Estabilidad de Womack. Fuente: [14].

Una tercera opción utilizada en Canadá opta por implementar esta matriz de cargas en un programa de ordenador embarcado y sustituir la valoración de las condiciones meteorológicas por la sensorización de los movimientos de balance y cabeceo, que generan alarmas cuando se superan ciertos márgenes.

Por último, otra opción también utilizada en Islandia está orientada a evitar principalmente los problemas de estabilidad y vuelcos debidos a olas rompientes. Para ello, combinan un potente sistema de predicción meteorológica, incluyendo oleaje y viento, cuyos datos se transmiten eficientemente a la flota en tiempo real, con un sistema embarcado de medición de calado y balance a partir del que se obtiene la altura metacéntrica y el desplazamiento. Cada buque dispone de una gráfica en que se relaciona la altura metacéntrica y el desplazamiento con la máxima altura de ola que el buque puede afrontar sin riesgo.

Partiendo de esta base, se han evaluado las ventajas e inconvenientes de cada una de estas alternativas para proceder al diseño del sistema que se encuentra en desarrollo y que pretende plantear una alternativa a estos sistemas para mejorar la seguridad a bordo de los buques de pesca de pequeña y media eslora. Este sistema está basado en una serie de requisi-

tos fundamentales que fueron planteados en las etapas iniciales de estudio. En primer lugar, debe ser de muy fácil y rápida operación y comprensión. En segundo lugar, debe poder comprender la mayor cantidad de condiciones de navegación posibles con la mayor precisión. Además, debe ser fácilmente adaptable a todos los buques de la flota. Y por último, debe poder incluir desde un sistema básico hasta un sistema complejo de control de la estabilidad en que se pueda incluir la gestión de todo tipo de condiciones de navegación, incluyendo el análisis de estabilidad dinámica. El sistema desarrollado se presenta en el siguiente apartado.

6.- Sistema de evaluación de estabilidad. Estado actual de desarrollo

El sistema que se plantea está basado en un software de arquitectura naval diseñado en el Grupo Integrado de Ingeniería y que partiendo de las formas del buque, de sus valores de hidrostáticas y de su distribución de pesos (incluyendo la integración de tanques y pesos localizados), realiza los cálculos completos de equilibrio en la condición de carga y de estabilidad del buque intacto, así como la comprobación de los criterios reglamentarios que el proyectista desee, unido a un interfaz que permite su interacción con el usuario a través de una pantalla táctil, orientada a simplificar la instalación y la operación del sistema.

En una primera fase, y previamente a su instalación a bordo, el proyectista debe introducir en el sistema los datos referentes al buque que no variarán durante la navegación y que no pueden ser modificados por el usuario: formas, compartimentado (bodegas, tanques y la carga de los mismos) y localización de espacios, dimensiones principales y peso en rosca. Asimismo, se introducen en el software los espacios en que puede estibarse carga en el buque real y una estimación del centro de gravedad de los pesos que pueden situarse en los mismos. Una vez instalado a bordo, el sistema está listo para su uso por parte de la tripulación, que simplemente deberá introducir en cada tanque, bodega o compartimento el peso aproximado de carga que transporta o tiene intención de transportar. A medida que el usuario introduce los diferentes ítems que componen la condición de carga, el sistema calcula automáticamente el equilibrio que alcanzaría el buque, mostrando gráfica y numéricamente los valores de escora y trimado correspondientes. En caso de que en este equilibrio se superase el francobordo mínimo, se sumergiese la cubierta principal o alguna abertura o punto de inundación (definida por el proyectista) o simplemente el buque no estuviese adrizado, el sistema mostraría mensajes de alerta claros e inequívocos. Una vez finalizada la selección de todos los pesos, el patrón obtendría la evaluación de la estabilidad de su buque, valorada mediante una escala de colores y una alerta visual.

A continuación pueden observarse varios ejemplos del software en funcionamiento:

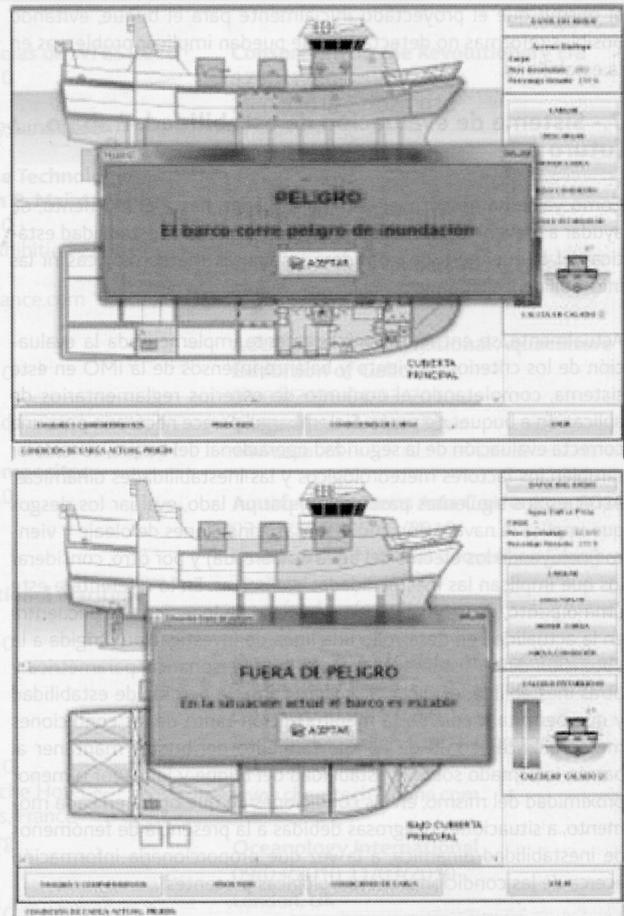
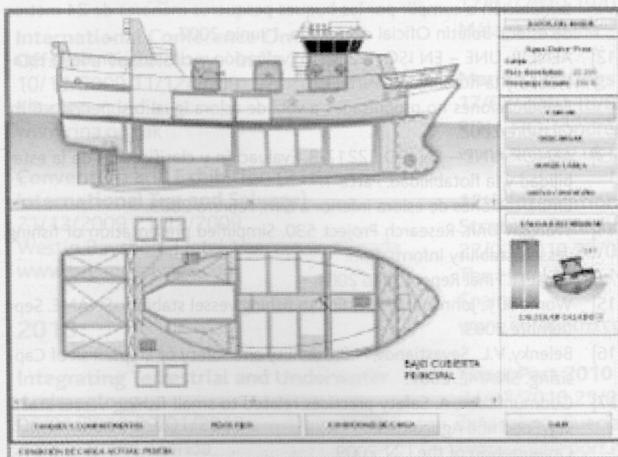


Figura 3. Software de evaluación de estabilidad para pequeños pesqueros. Grupo Integrado de Ingeniería.

Hasta el momento, el sistema evalúa la estabilidad del buque en estado intacto en aguas tranquilas según los criterios reglamentarios que se definen en el Convenio de Torremolinos y en el Real Decreto 543/207 (sin incluir los criterios de Viento y Balance Intensos), ponderando cada uno de ellos para dar lugar al nivel de estabilidad mostrado y alertando al usuario mediante mensajes en caso de que alguno de ellos no se cumpla.

Es un método de sencilla operación y fácil comprensión y que permite evaluar todas las condiciones operacionales que se desee tal y como se especificó en las etapas iniciales de desarrollo. Con este sistema, pueden prevenirse aquellas situaciones de riesgo debidas a la modificación de la distribución de pesos o a la mayor parte de situaciones operacionales proporcionando la información de estabilidad que el patrón necesita para evitar poner en peligro el buque y su tripulación. Asimismo, el software incluye la posibilidad de añadir nuevos módulos que incrementen su operatividad y eficacia, como por ejemplo con la utilización de teleniveles en los tanques (que simplificarían la labor del patrón al obtener los datos de llenado de tanques automáticamente).

Además de la ayuda al patrón, este sistema también proporciona al inspector de la administración información acerca de los datos del buque, cuando se realizan revisiones a bordo. Dado que los datos y la disposición del buque, que el proyectista ha introducido en el sistema, no pueden ser modificados, el inspector puede comprobar utilizando el software desarrollado, que tanto la disposición general, como el compartimentado o el uso de los espacios, sigue siendo

el mismo que el proyectado inicialmente para el buque, evitando posibles reformas no detectadas que puedan implicar problemas en la estabilidad.

7.- Sistema de evaluación de estabilidad. Trabajo futuro

Como ya se ha descrito, el sistema es capaz, hasta el momento, de ayudar a prevenir las situaciones relacionadas con la estabilidad estática del buque, pero no considera las causas meteorológicas ni las inestabilidades dinámicas.

Actualmente, se encuentra prácticamente implementada la evaluación de los criterios de viento y balance intensos de la IMO en este sistema, completando el conjunto de criterios reglamentarios de aplicación a buques de pesca. Sin embargo, parece necesario para una correcta evaluación de la seguridad operacional del buque, considerar también los factores meteorológicos y las inestabilidades dinámicas. Así pues, los siguientes pasos serán, por un lado, evaluar los riesgos que implica la navegación con distintas condiciones de oleaje y viento (incluyendo los efectos del agua embarcada) y por otro, considerar los que implican las inestabilidades dinámicas. En lo referente a este último punto, dentro del Grupo Integrado de Ingeniería se encuentra en la actualidad en desarrollo una línea de investigación dirigida a la obtención de un sistema de prevención de resonancia paramétrica y otras inestabilidades dinámicas tales como la pérdida de estabilidad y que permita mediante la monitorización tanto de las condiciones meteorológicas como de comportamiento del buque, mantener al patrón informado sobre la estabilidad del buque y la mayor o menor proximidad del mismo, en las condiciones en que opera en cada momento, a situaciones peligrosas debidas a la presencia de fenómenos de inestabilidad dinámica, a la vez que proporcionaría información acerca de las condiciones meteorológicas presentes.

La adición de estos módulos al sistema presentado sería sencilla y conseguiría que el sistema planteado abarcara todo el rango de situaciones en que el buque se encuentra en riesgo debido a problemas de estabilidad, exceptuando, eso sí, aquellas en que la formación y concienciación de la tripulación son el único factor influyente, como pueden ser el mantener las aberturas estancas cerradas en navegación o las portas de desagüe despejadas.

De todo lo expuesto hasta este momento puede apreciarse que, en numerosas ocasiones, los actuales criterios de la OMI y de las autoridades nacionales basados exclusivamente en la evaluación de los radios metacéntricos y brazos de adrizamiento no son suficientes para evaluar la seguridad de una determinada condición de carga. El estudio y la evaluación de nuevos criterios o modificaciones a los actuales que tengan en cuenta estas situaciones abren una nueva línea de trabajo, que será abordada en futuros trabajos o proyectos.

8.- Conclusiones

En este trabajo se presenta un análisis de los problemas a que se enfrenta la flota pesquera tanto española como internacional en lo que se refiere a la estabilidad de los buques, así como los requisitos reglamentarios a que está sometida la flota pesquera nacional y la influencia que estos pueden tener en el gran número de incidentes relacionados con la pérdida de estabilidad de los buques pesqueros, enumerando además las distintas situaciones en que se pueden producir estos accidentes y sus causas más habituales.

A continuación, se hace una breve descripción de los métodos que se utilizan actualmente para proporcionar información acerca de la estabilidad del buque al patrón del mismo, así como una pequeña reflexión acerca de sus ventajas e inconvenientes.

Por último, se presenta el sistema desarrollado por el Grupo Integrado de Ingeniería de la Universidade da Coruña para proporcionar esta información al patrón. Este sistema permite que el patrón del buque de pesca evalúe de un modo rápido y sencillo todas aquellas condiciones de estabilidad que desee antes de ordenar una u otra, evitando las situaciones de riesgo al proporcionarle información suficiente para que este actúe de la mejor manera en lo que a estabilidad se refiere. Está planteado como un sistema abierto, que hasta el momento se basa en la evaluación de la estabilidad del buque sin considerar efectos dinámicos, pero que en un futuro será complementado con un nuevo módulo en desarrollo y cuyo objetivo es proporcionar al patrón la información que le permita evitar la aparición de inestabilidades dinámicas, tales como resonancia paramétrica o pérdida de estabilidad, así como evaluar el riesgo que en cada momento implican las condiciones meteorológicas reinantes.

9.- Bibliografía

- [1] Pena, D., Díaz, V., Martínez, A. Míguez, M. Ahorro y Eficiencia Energética en Buques de Pesca. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Marzo 2009.
- [2] Ministerio de Trabajo e Inmigración. Estadística de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales. Datos Anuales. www.mtas.es/estadisticas/EAT/welcome.htm. Mayo 2009.
- [3] Artai, Correduría de Seguros S.A. B.V.C. Siniestralidad de los marineros gallegos en el período 1991-2000. 2001.
- [4] Xunta de Galicia. Consellería de Pesca. Nota de prensa. 25 de Marzo de 2007. http://webpesca.xunta.es/pescacms/opencms/WebPesca/salacomunicaciones/Noticias/comunicacion_0394.html.
- [5] Womack, J. Small commercial fishing vessel stability analysis. Where are we now? Where are we going?. Proceedings of the 6th International Ship Stability Workshop, Webb Institute, 2002.
- [6] Ministerio de Fomento. Real Decreto 2062/1999, de 30 de diciembre, por el que se regula el nivel mínimo de formación en profesiones marítimas. BOE. 21 Enero 2000.
- [7] Organización Marítima Internacional. Protocolo de Torremolinos de 1993 y Convenio Internacional de Torremolinos para la Seguridad de los Buques Pesqueros, 1977.
- [8] Consejo de la Unión Europea. Directiva 97/70/CE del Consejo de 11 de diciembre de 1997 por la que se establece un régimen armonizado de seguridad para los buques de pesca de eslora igual o superior a 24 metros. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 1998.
- [9] Consejo de la Unión Europea. Directiva 99/19/CE de la Comisión de 18 de Marzo de 1999 que modifica la Directiva 97/70/CE del Consejo por la que se establece un régimen armonizado de seguridad para los buques de pesca de eslora igual o superior a 24 metros. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. Marzo 1999.
- [10] Ministerio de Fomento. Real Decreto 1032/1999, de 18 de junio, por el que se determinan las normas de seguridad a cumplir por los buques pesqueros de eslora igual o superior a 24 metros. Boletín Oficial del Estado. 1 Julio 1999.
- [11] Ministerio de Fomento. Real Decreto 543/2007, de 27 de abril, por el que se determinan las normas de seguridad y de prevención de la contaminación a cumplir por los buques pesqueros menores de 24 metros de eslora. Boletín Oficial del Estado. 1 Junio 2007.
- [12] AENOR. UNE – EN ISO 12217-1. Evaluación y clasificación de la estabilidad y la flotabilidad. Parte 1. Embarcaciones no propulsadas a vela de eslora igual o superior a 6 m. Octubre 2002.
- [13] AENOR. UNE – EN ISO 12217-3. Evaluación y clasificación de la estabilidad y la flotabilidad. Parte 1. Embarcaciones de eslora inferior a 6 m. Febrero 2003.
- [14] Wolfson Unit. Research Project 530. Simplified presentation of fishing vessels stability information. Phase 1. Final Report. Julio 2004.
- [15] Womack, J., Johnson, B. A Guide to fishing vessel stability. SNAME. Septiembre 2003.
- [16] Belenky, V.L., Sevastianov, N.B. Stability and safety of Ships. Risk of Capsizing. SNAME. 2007.
- [17] Gudmundsson, A. Safety practices related to small fishing vessel stability. Food and Agriculture. Organization of the UN. 2009.