DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA, CONSTRUCCIÓN Y SISTEMAS OCEÁNICOS Y
NAVALES

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS NAVALES

TESIS DOCTORAL

ESTABLECIMIENTO Y EVALUACIÓN DE UN NIVEL DE SEGURIDAD DE LA FLOTA
PESQUERA NACIONAL DE MENOS DE 24 M DE ESLORA

AUTOR

Miguel Juan Núñez Sánchez

Ingeniero Naval por la Universidad Politécnica de Madrid

Master Universitario en Derecho y Negocio Marítimo por la Universidad Pontificia de Comillas

DIRECTOR

Luis Pérez Rojas

Doctor Ingeniero Naval

2017

A mis padres, que me dieron todo sin pedir nada a cambio

A los pescadores, que un día se tragó el mar

Lamentablemente en los últimos meses de redacción de la tesis, que van desde diciembre de 2016 a abril de 2017, se han hundido los pesqueros “Siempre Urbegi”, “Gure Uxa”, “Senefand”, “Galliner”, “O Busi”, “El Fairell” y “Nuevo Marcos”. Esto hace un total de 9 fallecidos durante este invierno, de los cuales 6 han sido en pesqueros de bandera española y uno de bandera senegalesa, pero con nacionales a bordo. De no haber sido por los rescates realizados por Salvamento Marítimo y los esfuerzos de la Dirección General de la Marina Mercante posiblemente se estaría hablando de más fallecidos.... ¿Cuántos pescadores habrán fallecido en el mundo durante este periodo?

AGRADECIMIENTOS

En la vida:

A mi familia: a mis padres, a Ana y a mis hijos, a mis hermanas, mi sobrina, mis abuelos y a mi tía Eu. Día a día todos fueron haciéndose mayores y algunos se fueron para siempre.

A mis amigos de Ávila, a la familia Tierney, a José Dobarro y a Miguel M. Sánchez por su larga amistad.

En la tesis:

A mi director, el Profesor Luis Pérez Rojas, muy especialmente. Sin él este proyecto no se hubiese llevado a la realidad, ya que mantuvo ese hilo que muchas veces estuvo a punto de romperse.

Al Doctor Rainer Hamman sus charlas en materia de GBS-SLA y FSA y a Miguel Palomares por su labor de revisión en los artículos publicados en IJME.

En mi vida profesional, también personal, y que han contribuido indirectamente en esta tesis:

A Miguel Pardo padre e hijo por iniciarme en la ingeniería naval fuera de la Universidad.

A Jaime Pancorbo, a Pedro Vicente y a Gala Concepción. Siempre han sido modelos de lo que es un buen ingeniero y mejor persona.

Durante mi etapa en ABS a Manuel Castro, Arturo Martínez, Roberto Lavín, Fernando Cebada, José María Benítez y Pepe León (+) por abrirme la puerta de sus casas y por sus enseñanzas, que moldearon mi vida en una fase en la que ansiaba conocer. También al Capitán Jorge del Monte, que me enseñó todo sobre el mundo verdadero de los barcos.

En mi etapa en la Administración Marítima en Gijón, a Luis del Fresno y Alberto Costa por sus enseñanzas como inspectores del estado rector del Puerto y porque nunca disfrutaré más trabajando que con ellos.

Más tarde, ya en Madrid a Alfredo de la Torre y a Carlos Miranda. A José Luis García, José Javier Díaz-Yraola, Esteban Molina, Jorge Juan Vázquez y Matías Bartolomé, grandes profesionales, porque durante cinco años no pasó un día sin aprender nada nuevo.

En A Coruña a Gonzalo Guillén por ser un ingeniero con los pies en la tierra y en la mar. En Vigo a José Bernardo Rodríguez por su ingente labor en el mundo de la seguridad de la vida humana en la mar de los pescadores.

A Ari Gudmundsson por todo lo que hace en FAO por mejorar el mundo de la pesca y por los ratos que hemos compartido juntos alrededor del mundo y en la OMI desde 2007.

Durante mi etapa en la Embajada de España en Londres como Agregado de Asuntos Marítimos y miembro de la representación permanente en OMI a Rafael Rodríguez Valero y a Benito Núñez por darme esta oportunidad. También a Xaime Varela, a Ernesto Atanes (+) y a Esther Corral.

En OMI a mis compañeros Lee-Fee Chong, Heinz Decker, Richard Mason, Yikai Yao, Tero Jokilehto, Amaury Meulleunaere, François X. Rubin y Nikos Charalambous por sus ánimos y compañerismo. También a otra mucha de la gente que conocí en la OMI, que no puedo enumerar, por todo lo que me enriquecieron en una etapa dura.

CONTENIDO

<u>RESUMEN</u>	XI
<u>ABSTRACT</u>	XIII
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	XV
<u>LISTA DE TABLAS</u>	XXI
<u>GLOSARIO</u>	XXV
<u>INTRODUCCION Y PLANTEAMIENTO DE LA TESIS</u>	1
<u>PARTE 1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN</u>	7
1. La pesca en el mundo, en Europa y en España. Contexto macroeconómico	9
2. Seguridad de las embarcaciones de pesca en el contexto global	23
3. La flota pesquera española. Exposición al medio. Rentas de la pesca y valoración de las embarcaciones	27
4. El riesgo y los accidentes en el entorno marítimo.	49
5. Entorno normativo actual en materia de seguridad. Hacia un vínculo con la sostenibilidad	55
6. Planteamiento de la metodología de la tesis. Marco normativo Basado en riesgos. La búsqueda del nivel de seguridad en la Normativa sobre seguridad de las embarcaciones de pesca	65
<u>PARTE 2. ESTABLECIMIENTO DEL NIVEL DE SEGURIDAD</u>	74
7. Análisis víctimas mortales en accidentes de pesca. Construyendo la etapa 1 del FSA	81
8. Análisis de los accidentes. Determinando frecuencias y seleccionando modelos de alto nivel. Construyendo las etapas 1 y 2 del FSA	115
9. Cálculo de pérdidas potenciales de vidas humanas. PLL y cálculo de riesgo colectivo. Construyendo las etapas 1 y 2 del FSA	141
10. Costes de los siniestros. Perdidas económicas, Cuantificación de costes en la base de datos. Construyendo las etapas 2 y 3 del FSA	157
11. Desarrollo de los modelos de alto nivel. Etapa 2 el FSA	179
12. Coste de evitar un fallecimiento. Determinación de los costes neto y bruto. Construyendo la etapa 3 del FSA	231
13. Nivel de seguridad de la flota pesquera nacional	241

<u>PARTE 3. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL NIVEL DE SEGURIDAD EN EL CONTEXTO ACTUAL</u>	263
14. Estudio de las deficiencias detectadas en Las inspecciones operativas de la flota pesquera. Construyendo la etapa 3 del FSA	265
15. Estudio de las deficiencias detectadas en las inspecciones detalladas sobre estabilidad de la flota pesquera. construyendo la etapa 3 del FSA	285
16. Estudio de opciones de control del riesgo y sus costes teniendo en cuenta los resultados las inspecciones y los modelos. Concluyendo la etapa 3 de la FSA	295
17. Análisis coste beneficio teniendo en cuenta el Nivel de seguridad. Consideración de la reducción Del riesgo. Etapas 4 y 5 del FSA	325
<u>PARTE 4. NORMAS FUTURAS BASADAS EN EL CONCEPTO GBS-SLA</u>	349
18. Aplicación del FSA en desarrollos normativos flexibles. Introduciendo el GBS-SLA en la normativa marítima nacional y de embarcaciones de pesca en particular	351
19. Desarrollo de normas basadas en objetivos para Seguridad de la vida humana en la mar en embarcaciones De pesca de menos de 24 m de eslora L. Objetivos y prescripciones funcionales	361
<u>PARTE 5. CONCLUSIONES</u>	383
20. Extensión del enfoque del nivel de seguridad al Diseño de embarcaciones de pesca en el contexto De normas basadas en objetivos	385
21. Conclusiones y trabajos para el futuro	391
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	397
<u>PUBLICACIONES</u>	411

RESUMEN

La alta siniestralidad con fallecimientos en el sector de la pesca tanto a nivel global y nacional, con frecuencias difíciles de reducir en los países desarrollados y una inexistencia de la cultura de seguridad en los países en vías de desarrollo, suscitan la idea de trabajar en una tesis que analice el problema de la seguridad de la vida humana en las embarcaciones y alejarse del principio de legislar mediante procesos de reacción frente a los accidentes sucedidos.

La tesis busca racionalizar la pérdida de vidas humanas en embarcaciones de pesca y estudiar cómo se puede disminuir de una manera sistemática y cuantitativa. También investiga cómo una Administración Marítima responsable de la seguridad de la vida humana en la mar en la pesca, puede trabajar de una manera más solidaria con el sector dentro de los objetivos de desarrollo sostenible. Por lo tanto esta es una tesis que plantea metodologías y las pone en práctica.

Para ello se estudia el contexto nacional de la pesca, su normativa y los siniestros en su flota de menos de 24 m de eslora cuantificando los costes de los accidentes y el riesgo para determinar de una manera objetiva el nivel de seguridad. La herramienta con la que se va a trabajar es el análisis formal de la seguridad o FSA que servirá para determinar un nivel de seguridad inicial basado en la base histórica de accidentes a través de modelos de riesgo y herramientas coste-beneficio, y evaluar el nivel de seguridad con la propuesta de potenciales medidas a aplicar en el desarrollo de un análisis formal completo.

Teniendo en cuenta lo anterior se analizarán posibilidades para generar un cambio en la filosofía normativa de la Administración Marítima considerando los últimos desarrollos en la sede de la Organización Marítima Internacional (OMI), con el fin de poder determinar las medidas a adoptar por el sector, trabajando en un marco genérico basado en objetivos con un enfoque del nivel de seguridad, desde abajo hacia arriba, dando cobertura a la legislación actual.

La metodología tiene el potencial de desarrollar normativa duradera, racional y justificada en coste y beneficios. Adicionalmente la metodología desarrollada con normas basadas en objetivos permite ser complementada con análisis de riesgos más detallados. Así los análisis de riesgos de alto nivel se complementarían con otros de bajo nivel, dando la posibilidad de mejorar el proceso normativo y de introducir diseños más flexibles, que no se atengan a la norma.

Esta propuesta, al ser genérica, permitiría encajar reglamentariamente la heterogeneidad de embarcaciones de pesca de España, así como dotarse de un enfoque más holístico para poder incluir más tarde elementos como la prevención de la contaminación, el uso responsable del recurso y la sostenibilidad.

Siendo un sector al que internacionalmente se le da la espalda, el doctorando ha pretendido contribuir a sustentar cuantitativa y cualitativamente los desarrollos normativos, mejorar la evaluación de los siniestros, y dotar de flexibilidad a nuevos diseños cuando estos lleguen a las embarcaciones de pesca.

ABSTRACT

There is a high rate of fatalities in the fishing sector, both at international and national level, with a difficulty to reduce these rates in the developed countries, combined with a lack of safety culture in developing countries. These facts suggested the idea to work in a thesis with the aim to analyze the safety of life at sea in fishing vessels avoiding the action-reaction principle to regulate whenever accidents occur.

This thesis aims to find a rationale to the loss of lives in fishing vessels and to study how these can be reduced in a systematic and quantitative manner. It also analyses how Maritime Administrations that deal with safety at sea can work in a more collaborative manner with the sector to contribute to sustainability. This is done through the use several methodologies that are herein put into practice.

In order to do this the national fishing vessel fleet less than 24 m in length has been put into context, with its applicable regulatory framework and its accidents, quantifying the costs and the risks to objectively determine the safety level. The tool used is formal safety assessment (FSA) that will serve the purpose to determine an initial safety level based on the historic accidents, through risk models and costs-benefit tools, and thereafter assess the safety level with a complete formal safety assessment.

Taking the above into consideration different possibilities will be discussed to generate a change in the regulatory processes within the Maritime Administration, considering the last developments in the International Maritime Organization (IMO), with the aim to be able to determine the safety measures to be adopted, working in generic frameworks based in goal safety standards with a safety level approach.

The methodology has the potential to develop long lasting regulations, with a rationale and justified in terms of costs and benefits. In addition the goals based standards methodology (GBS) can be supplemented with very detailed risk analysis. Therefore the high level risk analysis can be combined with low level risk analysis giving the possibility to improve the regulatory processes and introduce a flexible approach in ship design, not subject to prescriptive regulations.

This generic proposal will allow encompassing, from the regulatory point of view, a wide array of fishing vessels in a holistic framework to be able to later include other issues such as pollution prevention, responsible fisheries and sustainability.

Fishing vessel safety has been an issue generally avoided in the international level agendas. The doctoral student has made an attempt to contribute to qualitatively and quantitatively underpin the regulatory development, improve the assessment of accidents and provide flexibility to new designs in fishing vessels.

LISTA DE FIGURAS

Figura 0-1. Índice de incidencia accidentes mortales en la pesca	1
Figura 0-2 Estructura de la tesis	2
Figura 0-3. Diagrama abstracto	4
Figura 1-1: producción de capturas y producción de acuicultura	10
Figura 1-2. Producción de pesca mundial y cantidades dedicadas a la exportación	10
Figura 1-3 Principales exportadores e importadores de pesca a nivel mundial	11
Figura 1-4. Distribución de las embarcaciones por eslora y por continentes	12
Figura 1-5.- Países más destacados de la UE en pesca en número de embarcaciones	14
Figura 1-6. Países más destacados de la UE en pesca en arqueo GT	15
Figura 1-7. Países más destacados de la UE en pesca en cuanto a potencia en KW	15
Figura 1-8. Países más destacados de la UE en pesca en cuanto a toneladas de capturas	16
Figura 1-9. Capturas EU vs Capturas españolas por zonas geográficas	16
Figura 1-10. PIB de España: total, agricultura, medio rural y pesca, pesca	17
Figura 1-11. Dispersión Arqueo GT frente Arqueo TRB	19
Figura 1-12. Eslora vs GT flota española de pesca y flotas norte de Europa y Japón	19
Figura 1-13. Equivalencia eslora L arqueo GT en la flota pesquera nacional de menos de 24 m de eslora	20
Figura 3-1. Datos a conectar en este capítulo	28
Figura 3-2. Zonas de esfuerzo de las aguas occidentales europeas	29
Figura 3-3. Embarcaciones por año agrupadas por grupo de esloras L	30
Figura 3-4. Previsión ARIMA (1,1,1) para la flota española utilizando la base de datos del censo de la flota pesquera desde 2000 a 2013	31
Figura 3-5. Variación de esloras en el periodo posterior a la base de datos disponible	32
Figura 3-6. Distribución de flota por regiones	33
Figura 3-7. Edad y Número de unidades por esloras de arqueo	33
Figura 3-8. Aproximación a ingresos diarios de la pesca por tipo de arte y eslora	37
Figura 3-9. Valor orientativo de desguace de embarcaciones, similar las toneladas adquirir para construir una embarcación nueva	39
Figura 3-10. Modelo de certificado de valoración expedido con los datos que se van a utilizar en la tesis	40
Figuras 3-11 y 3-12 Valoraciones de las embarcaciones en función de lo indicado en los certificados de valoración en función de la eslora y el arqueo	41
Figura 3-13. Coeficientes combinados y corrección actualización del dinero utilizados en función de la edad del buque	41
Figura 3-14. Gráfica correspondiente a tablas dinámicas extraída de la base de datos	42
Figura 5-1. DVD Curso sobre conceptos de estabilidad en pesqueros para pescadores en el que el doctorando aportó las explicaciones técnicas de referencia	55

Figura 6-1. Solución de diseño optima fuera del marco reglamentario	66
Figura 6-2. Análisis del riesgo en la etapa 2	69
Figura 6-3. Etapas de un FSA. Actualmente OMI permite enmendar los convenios después de la presentación y evaluación de un FSA	70
Figura 6-4. Curvas FN para petroleros, gaseros y quimiqueros con criterio de aceptación del riesgo establecido para el método FSA. Datos 1978-1998	70
Figura 6-5 FSA Ropax. Variación de nivel de riesgo colectivo tras introducir como medida de control de riesgo	71
Figura 6-6. Interrelación entre el nivel de seguridad y el enfoque formal de la seguridad	73
Figura 6-7. Control del nivel de seguridad en la curva F-N	74
Figura 6-8. Elementos y flujo necesario para el establecimiento del nivel de seguridad	75
Figura 7-1. Pérdida de propiedad en embarcaciones de pesca Noruegas por tipo de accidente	81
Figura 7-2. Accidentes por tipos de buques 2005-2015	82
Figura 7-3. Riesgo individual	83
Figura 7-4. índices de incidencia en línea con la implantación de medidas	84
Figura 7-5. Accidentes mortales por cada cien mil trabajadores	84
Figura 7-6. Base de datos de accidentes de embarcaciones de pesca	86
Figura 7-7. Número de tripulantes a bordo de las embarcaciones accidentadas	86
Figura 7-8. Fallecimientos por grupos de eslora	87
Figura 7-9. Accidentes por año por grupos de eslora (medias móviles)	87
Figura 7-10. Siniestralidad de embarcaciones de pesca vs tamaño medio de la flota	88
Figura 7-11. Accidentes por año por grupos de eslora	88
Figura 7-12: Accidentes por año por grupos de edad (medias móviles)	89
Figura 7-13: Siniestralidad de embarcaciones de pesca vs tamaño medio de la flota	89
Figura 7-14. Accidentes flota pesquera española menor de 24 m de eslora por mes	90
Figura 7-15. AIR para la flota pesquera española de menos de 24 m de eslora	91
Figura 7-16. Evolución del AIR en el periodo 2002-2013 (medias móviles)	91
Figura 7-17. Evolución AIR en el periodo 2002-2015 (medias móviles)	92
Figura 7-18. Previsión de datos AIR a la vista de los datos disponibles	92
Figura 7-19. Parámetro AIR por grupos de eslora, periodo 2000-2013	93
Figura 7-20. FAR para la flota	93
Figura 7-21. Evolución del AIR en el periodo 2002-2015(medias móviles)	94
Figura 7-22. previsión FAR	94
Figura 7-23. Parámetro FAR por grupos de eslora, periodo 2000-2013	95
Figura 7-24. Bandas de riesgo individual en embarcaciones y buques	95
Figura 8-1. Accidentes periodo 2000-2007	116

Figura 8-2. Accidentes periodo 2008-2013	116
Figura 8-3. Frecuencias de accidentes en flota nacional de eslora L menor de 24 m	117
Figura 8-4. Tipos de sucesos en accidentes periodo 2000 a 2013, flota pesquera L<24 m	117
Figura 8-5. Accidentes periodo 2000 a 2013 por esloras	119
Figura 8-6. Sucesos por tipo y número con resultado de pérdida total	123
Figura 8-7. Accidentes por causas en porcentajes	124
Figura 8-8. Frecuencia de accidentes L menor de 12 m para periodo 2000-2013	127
Figura 8-9. Frecuencia de accidentes desde 12 m L para periodo 2000-2013	127
Figura 8-10. Fallecimientos por causa, periodo 2000-2013	128
Figura 8-11. Fallecimientos por efecto y eslora	128
Figura 8-12. Frecuencia de fallecimientos, embarcaciones de menos de 24 m de eslora	129
Figura 8-13. Frecuencias de fallecimientos en embarcaciones de menos de 12 m de eslora L	129
Figura 8-14. Frecuencias de fallecimientos en embarcaciones desde 12 m de eslora L	130
Figura 8-15. Accidentes por regiones	130
Figura 9-1. Factor q pesca vs industria nacional	145
Figura 9-2. PLL _A para embarcaciones tipo de 9,15 y 21 m de eslora	145
Figura 9-3. PLL _A revisado para toda la pesca española	146
Figura 9-4. Calculo ALARP por esloras con el 95% de confianza	148
Figura 9-5. Diagrama F-N para pesqueros desde 12 m a 24 m de eslora L	149
Figura 9-6. Diagrama F-N para pesqueros de eslora L menor de 12 m	149
Figura 10-1: Estimación de los costes tanto para la base de datos histórica como para los modelos	157
Figura 10-2. Costes de reparación de averías en el casco para embarcaciones de 7,5 m de eslora. Esta avería en el casco se aplica a varadas, colisiones y vías de agua	162
Figura 10-3. Costes de reparación ajustados a una distribución para averías en el casco entre 15 y 24 m de eslora	162
Figura 10-4. Estimación de días de reparación para accidente leves con averías en máquinas en el rango de embarcaciones leves de 7,5 m de eslora	163
Figura 11-1. Modelo Genérico a desarrollar para cada efecto de accidente	180
Figura 11-2. Árbol de hundimiento	182
Figura 11-3. Hundimiento de embarcaciones menores de 12 m de eslora L. % de hundimiento por año de construcción de las embarcaciones	183
Figura 11-4. Embarcaciones de menos de 12 m de eslora de alta en el periodo 2000-2010	183
Figura 11-5. Modelo hundimiento, L< 12 m. Condiciones de carga	184
Figura 11-6. Modelo hundimiento, L< 12 m. Condiciones de carga	184
Figura 11-7. Hundimiento de embarcaciones desde 12 m de eslora L. % Accidentes por año de construcción de las embarcaciones	185
Figura 11-8. Embarcaciones de alta en el periodo 2000-2010	186

Figura 11-9. Modelo hundimiento, $12 \leq L < 24$ m. Condiciones de carga	186
Figura 11-10. Modelo hundimiento $12 \leq L < 24$ m, zona de operación en el momento del accidente	187
Figura 11-11. Modelo de colisión para embarcaciones menores de 24 m de eslora L	188
Figura 11-12. Modelo de colisión embarcaciones de menos de 12 m de eslora por causa	189
Figura 11-13. Modelo de colisión de embarcaciones de menos de 12 m de eslora por estado operacional	189
Figura 11-14. Colisiones de embarcaciones de menos de 12 m de eslora. Frecuencia de colisiones y vías de agua por edad de la embarcación	190
Figura 11-15. Modelo de colisión embarcaciones desde 12 m de eslora por estado operacional	193
Figura 11-16. Colisiones y vías de agua de embarcaciones desde 12 m de eslora. Frecuencia de colisiones y vías de agua por edad de la embarcación	195
Figura 11-17. Modelo de vuelco/escora	197
Figura 11-18. Probabilidad de escora en función de la edad de la embarcación en el modelo	198
Figura 11-19. Escora/vuelco embarcaciones menores de 12 m de eslora L. Condición de carga en el momento del accidente	198
Figura 11-20. Escora/vuelco embarcaciones menores de 12 m. Estado operacional en el momento del accidente	199
Figura 11-21. Modelo de alto nivel para varada o vía de agua	200
Figura 11-22. Frecuencias de los accidentes por varada o vía de agua en embarcaciones menores de 12 m de eslora por fecha de construcción de la embarcación	203
Figura 11-23. Frecuencias de accidentes por varada o vía de agua en embarcaciones desde 12 m de eslora	207
Figura 11-24. Modelo para embarcaciones de menos de 24 m de eslora para el caso de explosión e incendio	209
Figura 11-24. Incendio/explosión en embarcaciones menores de 12 m de eslora. Probabilidad por año de construcción	210
Figura 11-25. Incendio/explosión en embarcaciones desde 12 m de eslora. Frecuencia por año de construcción	212
Figura 11-26. Embarcaciones de menos de 12 m de eslora. Comparación curvas FN base de datos histórica con modelo	216
Figura 11-27. Embarcaciones desde 12 m de eslora. Comparación curvas FN base de datos histórica con modelo	217
Figura 12-1. Valores VSL países desarrollados	232
Figura 12-2. PIB (€) por habitante en España para el periodo 2000 a 2013	233
Figura 12-3. Evolución cambio de divisa	234
Figura 12-4. Evolución cambio de divisa Euro /dólar americano	234
Figura 12-5. Valores obtenidos VPF y VPF HALE españoles en dólares y en €, comparados con los valores estándar	235

Figura 12-6. VPF países de la OCDE	236
Figura 12-7. Funciones de utilidad para embarcaciones menores de 24 m de eslora	238
Figura 12-8. Costes con funciones de utilidad y pesos para distintos tipos de siniestros por esloras	239
Figura 13-1. Nivel de seguridad ajustable	242
Figura 13-2. Previsiones de evolución de la flota periodo 2013 a 2025	245
Figura 13-3. Costes anuales de incremento de francobordo en embarcaciones nuevas entre 12 y 24 m de eslora	245
Figura 13-4. Costes anuales de incremento de francobordo en embarcaciones nuevas de menos de 12 m de eslora	246
Figura 13-5. Comparación resultados de los modelos frente a los valores calculados	250
Figura 13-6. Variación del f con la incorporación de los años 2014 y 2015	252
Figura 14-1. Diagrama de secuencia de un siniestro desde las amenazas a las consecuencias finales	266
Figura 14-2. Secuencia de un siniestro	267
Figura 14-3. Esquema básico de un sistema de una embarcación (de alto nivel) para incorporar a los modelos desarrollados	269
Figura 14-4. Cuestionario inspección no programada	272
Figura 14-5. Modelo de hundimiento	276
Figura 14-6. Modelo de colisión	277
Figura 14-7. Modelo de varada/vía de agua	279
Figura 14-8. Modelo de incendio/explosión	280
Figura 14-9. Gráfico de probabilidades esperadas y obtenidas de deficiencias de estabilidad	281
Figura 14-10. Gráfico de probabilidades esperadas y obtenidas de deficiencias de francobordo	282
Figura 14-11. Comparación de deficiencias por pares por capitanías marítimas para francobordo, estabilidad y casco y equipo	282
Figura 14-12. Comparación de deficiencias por pares por capitanías marítimas para salvamento, contraincendios, maquinaria y equipos de navegación	283
Figura 15-1. Nube 3D obtenida con láser de medio buque	286
Figura 15-2. Porcentajes sobre las embarcaciones inspeccionadas (%) de deficiencias	288
Figura 15-3. Formas obtenidas desde laser. Fase de comparación con plano	289
Figura 16-1. Incertidumbres en modelos de árbol de fallos derivados de las frecuencias	298
Figura 16-2. Efectividad de las medidas para cada tipo de accidente con valores máximos y mínimos valores medios indicando los valores más bajos y más altos en las barras negras	308
Figura 16-3. Costes anuales para las medidas por año en embarcaciones desde 12 m de eslora	315
Figura 16-4. Costes anuales para las medidas por año en embarcaciones inferiores a 12 m de eslora	316
Figura 17-1. Fase 1 del CBA	328
Figura 17-2. Muestra de cómo actúan las medidas de control del riesgo en los modelos en	

términos de % de accidentes afectados y efecto estimado en cuantificación económica y de fallecimientos para embarcaciones desde 12 m de eslora	329
Figura 17-3. Análisis de sensibilidad llevados a cabo	336
Figura 18-1. Estructura de niveles de GBS	353
Figura 18-2. GBS-SLA. Combinación de análisis de riesgos, identificación de amenazas FSA, SLA y GBS	354
Figura 18-3. Desarrollo normativo en el entorno GBS con uso del FSA y SLA	359
Figura 19-1. Aspectos cubiertos en la tesis para normas basadas en objetivos en las partes 1, 2 y 3 y aspectos pendientes en la parte 4	361
Figura 19-2. Modelo de hundimiento con requerimientos funcionales	376
Figura 19-3. Modelo de escora con requerimientos funcionales	377
Figura 19-4. Modelo de colisión con requerimientos funcionales	378
Figura 19-5. Modelo de varada/vía de agua con requerimientos funcionales, barreras para las amenazas y los factores de riesgo	379
Figura 19-6. Modelo de explosión/incendio con requerimientos funcionales, barreras para las amenazas y los factores de riesgo	380
Figura 20-1. Cubierta principal buque de crucero con diseño alternativo para dar cumplimiento a SOLAS Cap. II-2	385
Figura 20-2. Cambios necesarios en la toma de decisión, desplazamiento del conocimiento hacia la fase inicial	386
Figura 20-3. Contribución de las distintas partes del proceso proyecto y construcción y operación	388

LISTA DE TABLAS

Tabla 3-1. Embarcaciones por tipo de pesca y eslora	29
Tabla 3-2. Embarcaciones por tipo de caladero y modalidad	32
Tabla 3-3. Embarcaciones de menos de 24 m en zona de Atlántico norte.	
Personas a bordo. Horas de trabajo por embarcación y días de 8 horas	34
Tabla 3-4. Embarcaciones de menos de 24 m en caladeros nacionales del Mediterráneo.	
Personas a bordo. Horas de trabajo por embarcación y días de 8 horas	35
Tabla 3-5. Embarcaciones de menos de 24 m en caladeros nacionales del resto de las zonas	
Personas a bordo. Horas de trabajo por embarcación y días de 8 horas	36
Tabla 3-6. Factor de utilización de las embarcaciones	37
Tabla 3-7. Valor de la actividad por grupos de eslora y arte de pesca	38
Tabla 5-1. Distribución de embarcaciones de pesca por eslora y distancia a la costa	61
Tabla 8-1. Tipos de suceso por eslora en el periodo 2000-2013	121
Tabla 8-2. Tipos de suceso por eslora en el periodo 2000-2013	122
Tabla 8-3. Accidentes divididos por esloras por causa y tipo	125
Tabla 8-4. Evaluación de muestras para determinar muestras representativas	126
Tabla 9-1. PLL por efecto de accidente y por tamaño de la embarcación, periodo 2000-2007	143
Tabla 9-2. PLL y PPL _A por efecto de accidente y por tamaño de la embarcación, periodo 2000-2013	143
Tabla 9-3. Modelos a desarrollar para el análisis de riesgos	150
Tabla 10-1. Datos históricos de siniestros en el periodo 2000 a 2013, L menor de 12 m	164
Tabla 10-2. Datos históricos de siniestros en el periodo 2000 a 2013, L mayor o igual de 12 m	165
Tabla 10-3. Comparativa periodos 2000-2007 con periodo 2008-2013 eslora menores de 12 m	166
Tabla 10-4. Comparativa periodos 2000-2007 con periodo 2008-2013 eslora desde 12 m	166
Tabla 11-1. Probabilidades relativas para las condiciones de carga en diferentes estados operacionales	190
Tabla 11-2. Probabilidades de cada evento en el árbol para colisiones en embarcaciones de menos de 12 m de eslora	192
Tabla 11-3. Eslora mayor o igual a 12 m. Probabilidades relativas de accidente por colisión para las condiciones de carga en diferentes estados operacionales	194
Tabla 11-4. Probabilidades de cada evento en el árbol para colisiones en embarcaciones desde 12 m de eslora	196
Tabla 11-5. Combinación de consecuencias de accidentes con condiciones operacionales y consecuencias económicas	199
Tabla 11-6. Varada/vía de agua embarcaciones de menos de 12 m de eslora. Relación entre el estado operacional, la condición de carga	201
Tabla 11-7. Estado operacional y tipo de contacto	202
Tabla 11-8. Consecuencias de los accidentes de varada/vía de agua en embarcaciones de eslora menor de 12 m	202

Tabla 11-9. Probabilidades de accidentes y de fallecimientos por varada/vía de agua en embarcaciones menores de 12 m de eslora	204
Tabla 11-10. Relación entre extensión de la avería y si la embarcación ha quedado a la deriva	205
Tabla 11-11. Varada/vía de agua embarcaciones desde 12 m de eslora. Relación entre el estado operacional y la condición de carga	206
Tabla 11-12. Estado operacional y tipo de contacto	206
Tabla 11-13. Consecuencias de los accidentes de varada/vía de agua en embarcaciones de eslora menor de 12 m por tipo de contacto	207
Tabla 11-14. Probabilidades de accidentes y de fallecimientos por varada/vía de agua en embarcaciones desde 12 m de eslora	208
Tabla 11-15. Embarcaciones de menos de 12 m de eslora. Probabilidades relativas de lucha contra incendios	210
Tabla 11-16. Incendio /explosión en embarcaciones de menos de 12 m de eslora L. Consecuencias resumidas en término de probabilidades relativas por daños a la propiedad	211
Tabla 11-17. Embarcaciones de menos de 12 m de eslora. Probabilidades relativas de lucha contra incendios teniendo en cuenta el estado operacional y la posición del daño a la embarcación	213
Tabla 11-18. Incendio /explosión en embarcaciones desde 12 m de eslora L. Consecuencias resumidas en términos de PLL y probabilidades relativas por daños a la propiedad	214
Tabla 11-19. Comparación de base de datos y modelo en número de accidentes, fallecimientos y pérdidas económicas para embarcaciones de menos de 12 m de eslora	215
Tabla 11-20. Comparación de base de datos y modelo en número de accidentes, fallecimientos y pérdidas económicas para embarcaciones desde 12 m de eslora	215
Tabla 12-1. Análisis de pares comparados	237
Tabla 12-2. Establecimiento de las funciones de utilidad con utilidad total	238
Tabla 13-1. Inspecciones no programadas a embarcaciones de pesca en el periodo 2007 a 2009	247
Tabla 13-2. ΔC de las medidas implantadas en embarcaciones de menos de 12 m de eslora	248
Tabla 13-3. ΔC de las medidas implantadas en embarcaciones desde 12 m de eslora	248
Tabla 13-4. Beneficios económicos en el periodo 2008-2013 por la variación histórica del número de accidentes	249
Tabla 13-5. Reducción de los fallecimientos ΔR	250
Tabla 13-6. Cálculo de factor f	251
Tabla 15-1. Campaña concentrada estabilidad y francobordo de pesqueros	286
Tabla 16-1. Accidentes con mayores probabilidades de suceder	297
Tabla 16-2. Probabilidades asociadas a los modelos	297
Tabla 16-3. Accidentes con la mayor severidadn	298
Tabla 16-4. Efectividad de las medidas de control del riesgo determinadas por expertos	

e impacto en los modelos	309-310
Tabla 16-5. Coste anual de la medida para embarcaciones desde 12 m de eslora L	311-313
Tabla 16-6. Coste anual de las medidas de control del riesgo para las embarcaciones menores de 12 m de eslora L	313-315
Tabla 17-1. Cálculos anuales sobre la flota en los modelos	327
Tabla 17-2. RCOs teniendo en cuenta la estimación de descenso de flota optimista ($\Delta C1$)	330
Tabla 17-3. RCOs teniendo en cuenta la estimación de descenso de flota pesimista ($\Delta C2$)	330
Tabla 17-4. RCOs teniendo en cuenta la estimación de descenso de flota optimista ($\Delta C1$)	333
Tabla 17-5. RCOs teniendo en cuenta la estimación de descenso de flota pesimista ($\Delta C2$)	333
Tabla 17-6. Variación de las frecuencias en los accidentes teniendo en cuenta los modelos y la base de datos histórica	338
Tabla 19-1. Ejemplos de una estructura de prescripción funcionales	364
Tabla 19-2. Riesgos, Amenazas y factores de riesgos a destacar	365

GLOSARIO

- As low as reasonable possible (ALARP). Tan bajo como sea razonablemente posible. Con esta expresión se hace referencia a un nivel de riesgo que no es tan bajo que sea despreciable ni tan alto que sea inadmisibile. De hecho, ALARP es el atributo de un riesgo cuya reducción no justifica seguir invirtiendo recursos. El principio ALARP se utiliza para el procedimiento de evaluación del riesgo. Los riesgos deberían ser "tan bajos como sea razonablemente posible" (ALARP); esto significa que el número de accidentes con riesgos de este tipo deberá reducirse, a menos que esto represente un costo desproporcionado en relación con los beneficios obtenidos.
- Tipo de Suceso: Designación de los accidentes notificados en los cuadros estadísticos según su naturaleza, por ejemplo, incendio, abordaje, varada, etc.
- Consecuencias: Los resultados de un accidente.
- Criterios para la evaluación del riesgo: Criterios utilizados para evaluar la aceptabilidad o tolerancia del riesgo.
- Eslora entre perpendiculares(L): Se tomará como eslora (L) el 96% de la eslora total medida en una flotación cuya distancia al canto alto de la quilla sea igual al 85% del puntal mínimo de trazado, o la eslora medida en esa flotación desde la cara proel de la roda hasta el eje de la mecha del timón, si esta segunda magnitud es mayor. A los efectos de la tesis, en el caso de que no se disponga de eslora entre perpendiculares se utilizará la eslora de arqueo.
- Formal Safety Assessment (FSA). El análisis formal de la seguridad es un proceso estructurado que consiste en la determinación de elementos que contribuyen al riesgo, el desarrollo de un modelo cuantitativo de análisis del riesgo, la evaluación del riesgo y la reducción del riesgo.
- Frecuencia: Número de acaecimientos por unidad de tiempo (por ejemplo, anual).
- Goal Based Standards (GBS) Normas basadas en objetivos.
- Gross cost of Averting a fatality (GCAF): El coste bruto para evitar un accidente es el cociente entre el incremento de costes y la reducción del riesgo.
- Medida de control del riesgo (RCM): Medio para controlar un solo elemento de riesgo.
- Modelo de alto nivel: Conjunto de funciones comunes a todos los buques o aspectos sometidos a examen.
- Net Cost of Averting a Fatality (NCAF): El coste neto para evitar un accidente es el cociente entre la diferencia el incremento de coste menos beneficio dividido por la reducción del riesgo.
- Opción de control del riesgo (RCO): Combinación de medidas de control del riesgo.
- Peligro: Situación que presenta una amenaza para la vida humana, la salud, los bienes o el medio ambiente.
- Probabilidad: Frecuencia relativa con la que ocurrirá un suceso, expresada por el coeficiente del número de veces que ocurre sobre el número total de veces que es posible que ocurra.
- Riesgo: Combinación de la frecuencia y gravedad de las consecuencias.

- Siniestro: Suceso no previsto que ocasiona fallecimientos, lesiones, la pérdida o avería de un buque, la pérdida o avería de otros bienes o un daño ambiental.
- Situación del accidente: Secuencia de sucesos desde el suceso iniciador hasta una de las fases finales.
- Safety Level Approach (SLA): El enfoque del nivel de seguridad es la aplicación estructurada de herramientas basadas en riesgos para el desarrollo normativo de la OMI.
- Suceso iniciador: El primero de una serie de sucesos que produce una situación peligrosa o un accidente.
- Valor para evitar un fallecimiento (VPF) es un parámetro cuantitativo en euros/dólares que permite centrarse en una reducción de riesgo en vidas, más allá de las vidas que se pueden perder.

INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO DE LA TESIS

Tradicionalmente la pesca se ha considerado una de las actividades más peligrosas, sin embargo no es frecuente encontrar literatura que cuantifique el riesgo de una manera objetiva en la flota pesquera. Los datos disponibles hasta la fecha hablan de índices de incidencia, números de muertes o accidentes, pero sin un análisis detallado del conjunto de las embarcaciones de pesca españolas y menos teniendo en cuenta el impacto económico de los accidentes.

En el año 2007, a la vista de los numerosos accidentes de pesqueros sucedidos en el último trimestre y la gran preocupación que esto generó en el seno de la Dirección General de Marina Mercante, el doctorando se planteó si estos accidentes, en particular aquellos con fallecimientos, eran asumibles por la sociedad española o si era necesario implantar medidas adicionales en materia de seguridad marítima y, de ser así, qué medidas serían necesarias.

Es cierto que, dejando a un lado los países en vías de desarrollo en aquel momento la siniestralidad en términos de por embarcación y por año de la flota pesquera española, en comparación con otros países como Italia o EEUU no eran tan negativos y se asemejaban a países como Noruega y Canadá, siendo mejores que los del Reino Unido, tal y como se puede ver en la figura 0-1. No obstante al compararse con otros países como Islandia, sin víctimas mortales durante años, los datos de la flota española no eran tan optimistas.

Figura 0-1. Índice de incidencia accidentes mortales en la pesca

Al recopilar información el doctorando encontró planes de contingencia, como en el caso de Transport for Canada, para intentar reducir los siniestros, o informes como los del MAIB del Reino Unido [1] o el NMD Noruega [2], en los que se detecta que hay años en los que los fallecimientos se han reducido o han aumentado respecto al año anterior, pero sin llegar a plantearse medidas profundas. De este breve análisis trasciende una especie de resignación en cuanto a qué se debe hacer para mejorar, ya que parece que se ha alcanzado un límite por debajo del cual las frecuencias no se reducen más; si bien esto no obsta para que un accidente en un pesquero que se cobre un número significativo de víctimas mortales genere discusiones, acciones o recomendaciones, basadas en el principio de acción reacción.

A nivel nacional la siniestralidad en términos de pérdidas de vidas del sector de la pesca sigue registrando ratios elevados, si se comparan con otros sectores como el de la construcción. Así en 2013, año en el que se termina el trabajo de investigación detallado de los accidentes en la tesis, *el índice de incidencia de accidentes de trabajo mortales* en la pesca fue de 31,2; dato muy por encima del sector de la construcción, de 8,89, y de la media del total de actividades que se situó en 3,33.

Lo expuesto en los dos párrafos anteriores suscitó la idea de trabajar en una tesis en la que se pueda racionalizar la pérdida de vidas humanas, estudiar cómo se puede disminuir ésta de una manera sistemática y cómo una Administración Marítima, responsable de la seguridad de la vida humana en la mar en la pesca, pueda trabajar de una manera más colaborativa con el sector. Todo lo anterior a la vista de las novedades tecnológicas que ya están aconteciendo en los buques mercantes, que acabarán llegando al sector de la pesca. Con ello esta tesis pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- estudiar el contexto nacional de la pesca, su normativa y los siniestros en una flota que no ha sido estática en tonelaje, sino que ha ido descendiendo en los últimos 17 años;
- permitir el desarrollo holístico de la legislación para poder conectarlo con otras materias tales como la sostenibilidad del recurso;
- cuantificar el riesgo y determinar de una manera objetiva el nivel de seguridad de la flota de pesca española (excluyendo acuicultura) de menos de 24 m de eslora L y evaluar ese nivel; y
- generar una estructura y metodología para poder generar un cambio en la filosofía normativa de la Administración, teniendo en cuenta los últimos desarrollos en la sede de la Organización Marítima Internacional (OMI) con el fin de:
 - o poder determinar medidas a adoptar por el sector,
 - o poder trabajar en un marco genérico basado en objetivos

Así la tesis se estructura en cinco partes, que se pasan a exponer a continuación y que aparecen en la figura 0-2.

Figura 0-2 Estructura de la tesis

En la primera parte de la tesis se analiza la situación de la pesca en lo relativo a la seguridad de la vida humana en la mar, se introducen las herramientas y la metodología a seguir.

- Se pondrá el sector en el contexto mundial y nacional, se conocerá su peso económico en España, que sirve como un indicador de la importancia del sector en la sociedad, y el impacto que tiene la seguridad en la economía de explotación de los recursos vivos de la mar.

- Se analizará la explotación del recurso a nivel mundial teniendo en cuenta la necesidad de dar continuidad a la actividad, garantizando el futuro de los caladeros. En el contexto global los objetivos de desarrollo sostenible de Naciones Unidas incluyen, entre otros: *“trabajo decente y crecimiento económico”*, *“producción y consumo responsable”* y *“vida bajo el agua”*. Esta tesis trabaja en el primer objetivo, que engloba la seguridad, aunque se expondrá por qué las mejoras en la seguridad marítima pueden ir asociadas a la mejora de la sostenibilidad, y de ahí la aspiración de llegar a un enfoque holístico.
- Se trabajará en la cuantificación en el contexto español calculando los ingresos de la pesca por esloras. Con esto se podrán determinar los beneficios que se consiguen a través de la prevención de accidentes, estudiando el censo de la flota pesquera activa durante el periodo 2000 a 2013, a la que se incorporarán los datos de tripulación, los ingresos de la pesca, los días de actividad y la valoración las embarcaciones.
- Se expondrán las herramientas básicas para trabajar en la tesis que toman como referencia principal la metodología de la Evaluación Formal de la Seguridad (Formal Safety Assessment [FSA]) y el enfoque del nivel de seguridad (Safety Level Approach [SLA]) de la OMI [3].

El FSA es una metodología sistemática usada en la Organización que, hasta este momento, no ha sido utilizada ni en una flota pesquera ni en la Administración española. Es estructurada por etapas y su objetivo es mejorar la seguridad marítima, incluida la protección de la vida humana, la salud, el medio marino y los bienes, buscando unas medidas de control del riesgo (RMC). Estas, una vez evaluadas, se convierten en opciones de control del riesgo (RCO) y son ordenadas por medio de un análisis coste-beneficio, para conducir a unas recomendaciones preferentes en la toma de decisiones sobre normativa futura. El enfoque del nivel de seguridad (SLA) es un concepto en desarrollo en el que el doctorando lleva trabajando desde el año 2007 como delegado en la OMI y como experto. Consiste en el uso de herramientas del análisis de riesgos para el desarrollo normativo y se utilizará en esta tesis para discutir el nivel de seguridad.

En la segunda parte de la tesis se procede a establecer el nivel de seguridad de acuerdo a lo concluido en la parte anterior que supone, en esencia, desarrollar las etapas 1 y 2 de un FSA y aplicar parcialmente la etapa 4.

- Se incorporará una base de datos de accidentes acumulados durante el periodo 2000 a 2013, para los que se conocen sus efectos y sus consecuencias. La base de datos de accidentes se analiza desde el punto de vista del riesgo individual y colectivo poniéndolo en contexto con los datos de las aseguradoras [4],[5]. El coste de los accidentes se estimará desde el punto de vista económico y desde el punto de vista de la pérdida de vidas humanas y/o los heridos.
- Se calculará el riesgo individual y colectivo. El primero permite tener en cuenta la exposición relativa de los individuos al riesgo. El segundo está pensado principalmente para el caso de que exista un gran número de personas afectadas por los accidentes y considera igualmente un riesgo incluso cuando una persona ha estado expuesta al mismo durante un corto periodo de exposición [3]. Para el primero se calculará la exposición de las tripulaciones al medio marino y para el segundo las curvas F-N, concluyendo así la etapa 1 del FSA.
- Se calcularán los costes de los accidentes y, por tanto, los costes históricos de los accidentes sucedidos durante 14 años.
- Asimismo se trabajará en la base de datos de accidentes para determinar los modelos de riesgo de alto nivel para una cuantificación del riesgo de los accidentes, mediante arboles de eventos y fallos, con el objetivo principal de estimar la pérdida potencial de vidas humanas (PLL), y también de obtener los costes económicos de los accidentes.

- Los accidentes con información suficiente se llevarán a esos modelos para poder hacer uso de ellos contrastándolos con los datos históricos, concluyéndose así la etapa 2 del FSA.
- Antes de llevar a cabo la estimación del nivel de seguridad, se obtendrá el *valor para evitar un fallecimiento* (VPF -value of preventing a fatality-) de acuerdo al PIB español, la esperanza de vida y otros parámetros que servirán para determinar los valores máximos aceptables de las opciones de control del riesgo que se propongan.
- De este modo se llevará a cabo un primer análisis, utilizando dos etapas del análisis formal del nivel de seguridad teniendo en cuenta los datos desde el año 2000 a 2013, comparando el periodo 2000-2007 con el periodo 2008-2013. Se tendrá en cuenta que en 2006 y 2007 entró en vigor un importante paquete legislativo sobre seguridad con el Real Decreto (RD) 1185/2006 de 16 de octubre sobre radiocomunicaciones [6] y el RD 543/2007 de 27 de abril sobre seguridad de embarcaciones de pesca de menos de 24 m [7] además de la ley de regularización de las embarcaciones de pesca [8].
- A continuación, de cara a la búsqueda del nivel de seguridad y teniendo en cuenta que éste se estimaría en base a costes, se orientará el proceso dentro del marco del FSA considerando una sola opción de control del riesgo, no a aplicar, sino realmente aplicada, al tratarse de medidas de seguridad ya implantadas. Se cuantificará el coste de todas las medidas, se calculará el beneficio total derivado de la variación en la frecuencia de los accidentes y la reducción de los fallecimientos extrayendo la variable temporal del descenso de la flota, teniendo en cuenta la formulación del coste bruto (GCAF) y neto (NCAF) para evitar un accidente. Se comparará con el VPF obteniendo un coeficiente o factor que mida el uso del valor VPF. En definitiva, teniendo en cuenta las medidas implantadas, se acotará un nivel de seguridad utilizando la metodología del análisis formal de la seguridad (FSA) [9].
- Finalmente, teniendo en cuenta la tendencia en los accidentes en los años 2014 y 2015 con un total de 10 víctimas mortales, se discutirá la solidez del nivel de seguridad calculado.

La tercera parte de la tesis evalúa el nivel de seguridad trabajando en una evaluación formal de la seguridad completa para el periodo 2000 a 2013. Esta llevará a detectar medidas de control del riesgo a implantar de una manera sistemática en el futuro.

- Para adquirir conocimiento se procederá al examen de las deficiencias detectadas durante las campañas concentradas de pesca así como durante otras campañas especiales, al objeto de ofrecer posibles patrones. También se explorará la posibilidad de vincular los accidentes y las deficiencias detectadas, aspecto que ha sido discutido varias veces en la sede de la OMI, y se investigarán dos posibles metodologías.
- Dado que las deficiencias tienen influencia, al ser indicadores de factor coadyuvante, se conectarán las mismas en los modelos de árboles de eventos y fallos. Esto se hará antes y después del suceso del incidente, en el diagrama lógico del árbol de fallos y el de eventos.
- Toda vez que se dispondrá de las etapas 1 y 2 del Análisis formal de la seguridad y los resultados indicados en el párrafo anterior se determinarán medidas de control del riesgo y se llevará a cabo la etapa 3 (sobre opciones de control del riesgo –RCO-) . Se plantearán éstas y se estimará su coste y su efectividad por medio de consultas a expertos, que posteriormente se incluirán en los modelos de alto nivel de hundimiento, colisión, varada/vía de agua e incendio/explosión.
- Más tarde, para la etapa 4 del FSA (evaluación de los costes y beneficios) y ranking de RCOs se llevará a cabo un análisis de sensibilidad trabajando en distintos escenarios, tanto de evolución esperada de la flota, como de costes y de efectividades. Con ello se determinarán de manera sólida

una serie de opciones de control del riesgo que se podrían adoptar, dependiendo del nivel de seguridad a utilizar y de los parámetros NCAF o GCAF.

- Por último la etapa 5 del FSA llevará a seleccionar una serie de medidas que también encajarían en el nivel de seguridad calculado, discutiéndose otras alternativas.

La cuarta parte de la tesis versará sobre la implantación de un régimen normativo basado en la metodología de las normas basadas en objetivos con el enfoque del nivel de seguridad, denominado (GBS-SLA) [10].

- El GBS se conoce comúnmente como “reglas de reglas”, en su marco genérico. Está siendo desarrollada en la OMI desde el año 2007. Se utilizarán elementos de la metodología FSA, en particular las etapas 1 y 2, a desarrollar en esta tesis y el nivel de seguridad.
- La metodología pasa por el desarrollo de objetivos (nivel 1) y prescripciones funcionales (nivel 2) de acuerdo con el principio de las normas basadas en objetivos. Para ello los objetivos y prescripciones funcionales han de ser cuantitativamente o cualitativamente medibles y adaptables al nivel de seguridad seleccionado. En esta tesis se optará por el uso de algunas de las etapas de un FSA.
- Así se desarrollan los objetivos y las prescripciones funcionales que enmarcarían la seguridad de la vida humana en la mar para las embarcaciones de pesca de menos de 24 m, con el alcance de la normativa estipulada en el RD 543/2007 y el RD 1185/2006 (antes mencionados) que servirían para el desarrollo futuro de nuevas reglas bajo el paraguas del GBS, cumpliendo el objetivo de disponer “reglas de reglas”.
- Las prescripciones funcionales desarrolladas constan de una descripción, un rendimiento esperado que desarrolla esa descripción y una justificación, que lo conecte a los modelos realizados en la etapa 2 del FSA u otros similares.

La figura 0-3 indica de una manera abstracta partes 1 a 4 de la tesis con unos globos.

Figura 0-3. Diagrama abstracto. Partes 1 (análisis de la situación) y 2 (establecimiento del nivel de seguridad) en morado, parte 3 (evaluación y análisis del nivel de seguridad) en naranja y parte 4 (normas futuras basadas en el concepto GBS-SLA) en azul.

Finalmente en una quinta parte de la tesis discutirá el concepto de normas basadas en objetivos con otro uso potencial, que es el de permitir flexibilidad en el diseño con diseños basados en riesgos.

- Este uso permitiría, al plantear normas más orientadas y cooperativas, dar libertad a los diseñadores con diseños flexibles, por medio de diseños alternativos, no restringidos a la norma, cumpliendo con el nivel de seguridad requerido.
- Se incidirá en el diseño y en la disponibilidad del uso de los modelos de alto nivel, complementado con análisis de riesgos de bajo nivel.

Con todo lo anterior el doctorando establecerá, al menos en una primera aproximación, el nivel de seguridad de la flota pesquera actual y lo evaluará, utilizando como hilo conductor de la tesis la herramienta de la evaluación formal de la seguridad. Además se invita a la Administración a dotarse de una metodología para el análisis de riesgos y el desarrollo normativo desde el punto de vista cuantitativo, esto es, GBS-SLA más el FSA.

Siendo un sector al que, en materia de seguridad, internacionalmente se le da la espalda, el doctorando pretende contribuir a sustentar cuantitativa y cualitativamente los desarrollos normativos, mejorar la evaluación de los siniestros, dotar de flexibilidad y un largo recorrido a la normativa.

PARTE 1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

1. LA PESCA EN EL MUNDO, EN EUROPA Y EN ESPAÑA. CONTEXTO MACROECONÓMICO.

Objetivo

Este capítulo pretende poner el sector en el contexto mundial y conocer el impacto económico del mismo en España comparando España con el resto de los países de la Unión Europea. Así el valor económico de la pesca en España servirá como un indicador de la importancia del sector en la sociedad española, lo cual redundará en el impacto de la seguridad en las embarcaciones de pesca y su tripulación. También pretende establecer una posible correlación entre la importancia del mismo, la pesca ilegal y la seguridad y discutir parámetros dimensionales a tener en cuenta en la tesis para la seguridad de las embarcaciones de pesca.

1. Introducción

La pesca es un recurso sobre-explotado, pero en general una fuente de ingreso a considerar en el PIB, muy en particular en los países costeros en vías de desarrollo. Sin embargo una pobre gestión del recurso pesquero hace que se entre en dinámicas de sobre explotación, lo cual se traduce en pobreza a largo plazo.

España es un país que desde los años 60 se adentró en la pesca de manera industrial saliendo a faenar en caladeros internacionales, gracias a la congelación de las capturas, pero manteniendo una flota artesanal y de bajura considerable. A día de hoy sigue siendo una potencia mundial, si bien va cediendo posiciones.

En el contexto español la pesca está sometida a la reglamentación y política de la Unión Europea, denominada política pesquera común, que favorece la seguridad alimentaria y la gestión de los stocks por medio de cuotas. Es precisamente la gestión del stock y las medidas de control impuestas a la misma las que determinan la evolución de la flota. Para poder entender lo que sucede en España es también útil conocer el contexto mundial, en particular en lo que se refiere a la pesca en embarcaciones menores.

En esta puesta en escena es importante conocer los ingresos de la pesca, que se traducirán en beneficios. Estos ingresos de la pesca servirán a posteriori para calcular cuales son las pérdidas potenciales de vidas aceptables por la sociedad en el sector, por medio de parámetros que comparan ingresos con pérdidas de vida, que a su vez servirán para establecer la tolerancia de la sociedad a las pérdidas de vidas e identificar modelos de estudio de accidentes.

2. Producción y consumo mundial de pescado

La producción mundial de pescado ha aumentado de manera progresiva en los últimos cincuenta años, aproximadamente a un ritmo del 3.2% anual, sobrepasando el crecimiento de la población mundial del 1.6%. Desde los primeros años de la década de los 50 hasta mediados de los 80 la producción ha aumentado de 20 a 90 millones de toneladas [11].

Sin embargo el volumen de capturas no ha aumentado desde los años 80, posiblemente debido a que los caladeros están sobreexplotados. No obstante la producción aumenta debido al desarrollo de la acuicultura siendo, en este momento la producción actual¹ de 158 millones de toneladas, tal y como se puede ver en la figura 1-1.

¹ Cifras de 2014.

Figura 1-1: producción de capturas y producción de acuicultura [11]

El consumo de pescado por habitante ha cambiado desde los 9,9 kg de los años 60 hasta los 18.8 del 2013 [11]. Este desarrollo ha sido dirigido por el aumento de la población combinado con las mejoras de los salarios y el desarrollo urbano, lo cual ha facilitado el aumento del mercado así como una distribución más eficiente de los canales de distribución.

En los países desarrollados como España el aumento en el consumo se compensa por las importaciones, asociadas a una demanda estable y un descenso de la producción local. En los países en vías de desarrollo el consumo sigue siendo de carácter local y estacional y es el suministro de pescado el que mantiene el consumo. Mientras la escasez del recurso y los riesgos que esto supone suele ser ignorado por la sociedad. De ahí que se haya incluido la “*vida bajo el agua*” en la agenda de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, como objetivo 14.

3. Influencia en el comercio mundial

El pescado es una de los alimentos o materias primas más comercializadas mundialmente de distintos modos como se puede ver en la figura 1-2. El comercio de la pesca ha aumentado considerablemente en las últimas décadas, a medida que el sector pesquero opera en un ambiente cada vez más globalizado.

Figura 1-2. Producción de pesca mundial y cantidades dedicadas a la exportación [11].

El rol de este sector varía en función de los países siendo muy importante en algunas economías. Para algunos países es esencial, y supone el 50% de las exportaciones, por ejemplo en el caso de las Islas Feroe, Seychelles, Vanuatu y algunos estados insulares [11].

Una parte muy importante de la producción total de pescado se exporta de maneras distintas, bien para consumo humano u otros. El porcentaje de exportación aumentó del 25% de 1976 al 37% en 2014, reflejando el grado de integración en el comercio internacional. Las mejoras en el procesado, empaquetado y el transporte así como los cambios en las cadenas de distribución y el marketing han cambiado significativamente la manera en la que los productos de la pesca se preparan y se hacen llegar al consumidor. Todos estos factores han facilitado e incrementado el cambio en términos relativos desde ser un consumo local a internacional, lo cual supone un mayor alejamiento del sector respecto de la población.

En la actualidad la Unión Europea es el mercado más grande de pescado importado y de productos de la pesca, con un 36% de las importaciones globales (Japón, Estados Unidos y España son los mayores importadores tal y como se puede ver en la figura 1-3) con importante normativa comunitaria implantada, incluyendo la de seguridad de la vida humana en la mar. Desde el año 2002 China es el principal exportador, seguido por Noruega, aunque parte de esas exportaciones son previamente de productos importados que han sido procesados, y otros países como Tailandia, Estados Unidos, Canadá, Dinamarca, Países Bajos y Vietnam también son fuertes exportadores. España, siendo el tercer importador mundial de pescado con 7.051 millones de US\$, ya no se encuentra entre los 10 primeros exportadores del mundo, con 3.900 millones de US\$, y es en toneladas el décimo noveno. Con todo esto la gran dependencia de España de los recursos vivos de la mar debe trascender en una conciencia volcada con los océanos, sus recursos y sus trabajadores, no solamente a nivel nacional.

		2004	2014	APR
		(En millones de USD)		(Porcentaje)
EXPORTADORES	Canadá	3.487	4.503	2,6
	Chile	2.501	5.854	8,9
	China	6.637	20.980	12,2
	Dinamarca	3.566	4.765	2,9
	Estados Unidos de América	3.851	6.144	4,8
	India	1.409	5.604	14,8
	Noruega	4.132	10.803	10,1
	Países Bajos	2.452	4.555	6,4
	Tailandia	4.060	6.565	4,9
	Viet Nam	2.444	8.029	12,6
	SUBTOTAL 10 PRINCIPALES	34.539	77.801	8,5
	SUBTOTAL RESTO DEL MUNDO	37.330	70.346	6,5
TOTAL MUNDIAL		71.869	148.147	7,5
IMPORTADORES	Alemania	2.805	6.205	8,3
	China	3.126	8.501	10,5
	España	5.222	7.051	3,0
	Estados Unidos de América	11.964	20.317	5,4
	Francia	4.176	6.670	4,8
	Italia	3.904	6.166	4,7
	Japón	14.560	14.844	0,2
	Reino Unido	2.812	4.638	5,1
	República de Corea	2.250	4.271	6,6
	Suecia	1.301	4.783	13,9
	SUBTOTAL 10 PRINCIPALES	52.119	83.447	4,8
	SUBTOTAL RESTO DEL MUNDO	23.583	57.169	9,3
TOTAL MUNDIAL		75.702	140.616	6,4

Nota: IPM hace referencia al índice de crecimiento porcentual medio anual para el período 2004-2014.

Figura 1-3 Principales exportadores e importadores de pesca a nivel mundial [11]

Además del crecimiento del comercio, el cambio más relevante que se ha vivido se debe a la mayor relevancia de los países en vías de desarrollo frente a la caída de los países desarrollados, pasando de un 34% a un 52% de las exportaciones globales. Esto significa que para muchos países en vías de desarrollo es un recurso de entrada de divisa extranjera asociado al rol importante en generación de ingresos, empleo,

seguridad alimentaria y nutrición. En este sentido se puede decir que una parte de la presión del mercado va encaminada a asegurar la seguridad alimentaria.

Dado que la seguridad de la vida humana en la mar en la pesca no es un tema relevante, tal y como se desprende de las agendas de los foros internacionales, como la de la Organización Marítima Internacional, es complejo a nivel internacional aumentar o incluso crear conciencia de seguridad sin vincularlo a un aspecto externo como la seguridad alimentaria o la sostenibilidad del recurso. Así, si se pudieran establecer vínculos entre la seguridad alimentaria y la higiene en el trabajo y de la higiene en el trabajo en la seguridad del buque, se podría influir en la seguridad de las embarcaciones de pesca en los países en vías de desarrollo, gracias a la presión de los países desarrollados como importadores. Contribuyendo a crear una pesca más sostenible también se puede contribuir a la mejora de la seguridad siempre y cuando existan políticas bien orientadas.

4. Flota mundial. Flota objetivo de la tesis

El número total de buques y embarcaciones de pesca se estima en unos 4,7 millones, según las últimas estimaciones que datan del 2014, en el que la flota de Asia en su conjunto representa 3,2 millones. De esta flota se considera que el 68% opera en el mar mientras que el 32% lo hace en aguas interiores. Se estima que el 57% está propulsada a motor.

La figura 1-4 muestra la distribución de las embarcaciones por regiones y por eslora. La mayor parte, entre el 80% y el 90%, son embarcaciones pequeñas de eslora total inferior a 12 m. El 99% de las embarcaciones de pesca sin motor son de menos de 12 m de eslora. El porcentaje global de embarcaciones por debajo de 24 m de eslora total es del 95% o superior. Este dato da una idea del posible impacto de este trabajo, por el potencial de ser útil en países desarrollados y países en vías de desarrollo

Figura 1-4. Distribución de las embarcaciones por eslora y por continentes [11].

Aproximadamente un 2% de las embarcaciones con motor corresponden a los buques desde 24 m de eslora (aproximadamente aquellos de más de 100 GT), que son los que estarían sujetos en la actualidad al Acuerdo de Ciudad del Cabo de 2012 que enmienda al Protocolo de Torremolinos de 1993 sobre el Convenio de Torremolinos de 1977 de seguridad de los buques de pesca. Este acuerdo no está en vigor a nivel internacional, si bien en Europa está implantado y desarrollado incluso para dar alcance detallado a los buques entre 24 y 45 m de eslora, por legislación comunitaria.

En este sentido se estima que el número de buques de más de 100 GT o aproximadamente 24 m de eslora en adelante es de 64.000, si bien las cifras no son fácilmente contrastables. Las bases de datos de IHS Fairplay son incompletas [12], en parte por la falta de asignación de número OMI², por lo que se deben

² La resolución de la Asamblea A.1028 (28) sobre asignación de número OMI permitirá incrementar la base de datos para las embarcaciones por encima de 100 GT e incluir las embarcaciones de pesca. En la 30 Asamblea del 2017 se

completar con información proporcionada por los países. Este efecto se amplifica en las embarcaciones menores. El doctorando ha contribuido a esta asignación del número OMI en las embarcaciones de pesca como identificador único global.

El objetivo de la tesis es trabajar sobre el grupo de embarcaciones más numerosas, las embarcaciones de pesca a motor de menos de 24 m de eslora que operan en la mar. Ello lleva a una cantidad de embarcaciones de 4,5 millones a nivel mundial, a unas 86.000 embarcaciones en Europa y aproximadamente a unas 8.000 en España.

5. Gestión del recurso. Pesca ilegal

Desde 1990 los marcos de referencia para regular la pesca a nivel internacional han avanzado de una manera importante por medio de iniciativas globales y regionales, acompañadas de la gestión de las pesquerías de manera científica, con un sistema de gobernanza desde arriba hacia abajo [13], comenzando en los países del hemisferio norte [14], [15] y [16].

Desde el punto de vista medioambiental el establecimiento de zonas de pesca efectivas ha contribuido a una reducción del impacto medioambiental de la pesca y en general ha llevado a una reducción de la flota, con una mejora relativa en la seguridad, al tenderse a embarcaciones de mayor porte.

Sin embargo mientras se ha reducido la flota pesquera en España, como en algunas partes del mundo, en otras ha aumentado y existe una sobrecapacidad sustancial, esto es, demasiadas embarcaciones de pesca capturando poco pescado, lo cual tiene el potencial de aumentar el riesgo en el sector³.

Una de las maneras de gestionar la sobrecapacidad ha sido la restricción de las licencias de pesca [17], [18] como en el caso europeo, aunque en la mayoría de los casos, no ha impedido que se continúe pescando de manera excesiva y a veces no reglamentada. Desgraciadamente el control de licencias no ha ido asociado a mejoras en la seguridad de las embarcaciones, salvo si van amparados por una estrategia global, tal y como sucede en proyectos de cooperación internacional llevados a cabo, entre otros, por la Organización Mundial de la Alimentación (FAO)⁴ o en Europa a través de legislación. Esta pesca no reglamentada hace la vida más difícil a los gestores del recurso e incrementa la pérdida de número de embarcaciones y de personas al ser embarcaciones o buques no sometidos a controles suficientes.

Sin embargo ninguna aproximación puede considerarse como completamente exitosa, ya que en muchos países el sistema de gestión permite el acceso abierto y libre a los recursos y el derecho internacional no impone medidas de seguridad a pesqueros operando dentro de las zonas económicas exclusivas y mares territoriales o, en otros casos, un excesivo control de los parámetros de arqueo y potencia ha podido dar lugar a embarcaciones en diseños en los límites de seguridad. No obstante a nivel artesanal, en mares territoriales, las zonas no reglamentadas tienen índices más altos de siniestralidad que otras zonas reglamentadas.

Así la gestión integrada de las áreas costeras sigue en su infancia a nivel mundial y, como mínimo, existe la necesidad de aproximarse al problema por ecosistemas lo cual puede ir asociado a que el uso de unas artes en concreto es la mejor solución, a pesar de los problemas de implantación y costes. Esto permite un mejor control de las embarcaciones y cómo se debe medir la capacidad pesquera, dando lugar a embarcaciones más específicas con riesgos más delimitados. Por tanto, además de la higiene, la

incluirá una nueva resolución para que el número OMI pueda ser asignado a embarcaciones de pesca inferiores a 100 GT y desde 12 m de eslora.

³ En respuesta a esto existe un plan de acción internacional (IPOA) para la gestión de la capacidad de pesca y son muchos los países que han establecido cuotas para poder atajar la sobrepesca de las embarcaciones. Adicionalmente muchos países han establecido restricciones para el uso de ciertas artes de pesca como el arrastre o las redes de deriva.

⁴ El doctorando fue consultor de FAO en el proyecto « *Assistance Technique pour l'adaptation de la flotte côtière à la pêche durable au Maroc* » TCP/MOR/3302 en año 2010 que trataba sobre seguridad alimentaria.

sostenibilidad tiene un rol esencial ya que la pesca responsable por la que se aboga en España lleva asociada indirectamente la mejora en la seguridad.

Existe por tanto una correlación entre la seguridad de las embarcaciones y la legalidad de la actividad llevada a cabo. Por todo lo anterior una legislación detallada de seguridad marítima permite indirectamente mejorar la gestión del recurso siendo una medida para reducir la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada y viceversa. Este aspecto junto con el de la higiene alimentaria lleva a la idea de tratar marcos más generales que la seguridad de la vida humana en la mar, para los que se espera contribuir en esta tesis.

6. Evolución de la flota pesquera europea y española. Capturas

La flota pesquera en la Unión Europea (UE) está fuertemente regulada por el stock disponible. La capacidad de la misma ha caído de manera progresiva desde principios de los 90 tanto en tonelaje (indicador de la capacidad de carga) como en potencia (indicador de la capacidad de pesca por cuanto que parte de esta se destina al uso de las artes). La flota Europea ha caído a unas 86.500 embarcaciones en 2013 comparados con los 104.000 de la Europa de los 15 de 1995, como se puede ver en la figura 1-5 [19].

Figura 1-5.- Países más destacados de la UE en pesca en número de embarcaciones.

con una capacidad combinada de la flota pesquera europea de 1,7 millones de toneladas y una potencia total de 6.6 millones de kW. En términos de capacidad de flota España, Francia, Italia y Reino Unido tienen las mayores flotas, con un 54% del arqueo y un 55,8 de la potencia tal y como se puede ver en las figura 1-6 y 1-7.

Figura 1-6.- Países más destacados de la UE en pesca en arqueo GT.

Por tamaño de embarcación la media es de 19.2 toneladas de registro bruto (GT) con una potencia media de 76 kW. Lo cual lleva a una hipotética embarcación de pesca comprendida entre 12 y 15 m de eslora, para las cuales no existe legislación comunitaria en materia de seguridad dejando este extremo a las políticas nacionales. En la tesis se intentará estudiar estas embarcaciones siempre y cuando se disponga de un número de datos significativo como para poder particularizar en este rango de esloras.

Figura 1-7. Países más destacados de la UE en pesca en cuanto a potencia en KW

Se puede observar la capacidad, cada vez más reducida de la UE que contrasta con el incremento de las capacidades de Islandia y Noruega. La capacidad de España era similar a la Noruega en términos de tonelaje (unas 393.000 toneladas de registro bruto) hacia 2010, pero el arqueo medio por buque, de 64,1 es considerablemente mayor que el español, que es de 46 GT (media obtenida teniendo en cuenta todas las esloras). En el caso noruego sus buques son considerablemente más potentes y sus capturas mayores. Mientras el caso de Islandia, con flota mucho menor que Francia o Italia, tiene un arqueo en conjunto similar a la de estos últimos. Esto se asocia a la mayor capacidad industrial de éstos por la riqueza de sus caladeros. Del mismo modo su estándar de seguridad es más elevado.

En relación con las capturas en la Unión Europea, España es el líder absoluto en volumen con 1 millón de toneladas, frente al Reino Unido con 0,7 millones y Francia con 0,5 millones, tras un fuerte descenso de la capacidad de capturas de la flota danesa. La producción pesquera en 2012 se estima de un 9,2% superior a la del 2005, mientras que los otros países de la Unión europea pierden de manera significativa (excepto el Reino Unido, con una caída del -0,8%), como se puede ver en la figura 1-8.

Figura 1-8. Países más destacados de la UE en pesca en cuanto a toneladas de capturas.

Como conclusión indicar que existe una caída dramática del número de embarcaciones y por tanto del arqueo total y la potencia, pero por otro lado las capturas se mantienen en valor económico.

En el caso español es interesante comprobar la distribución geográfica de las capturas fuera de las aguas Europeas, tal y como muestra la figura 1-9, en escala logarítmica. Destaca la importancia de las pesquerías españolas en el Atlántico Suroeste, Sureste y en el Índico, si bien estas dos últimas se realizan en general por embarcaciones de más de 24 m de eslora. No obstante también son importantes cuotas que España captura en todas las zonas.

Figura 1-9. Capturas EU vs Capturas españolas por zonas geográficas.

A la hora de conocer los ingresos de la pesca es importante conocer las descargas de pesca en puertos europeos (tanto de buques de ese país como de un tercero) o descargas de embarcaciones de un país

europeo en puertos no europeos y posteriormente importados. España destaca con un 18,2% ó 0,7 millones de toneladas (sobre el millón indicado más arriba, que sería la pesca que finalmente llega a España), mientras que Islandia y Noruega multiplican esa cantidad por dos y por tres respectivamente.

Aproximadamente un cuarto del valor de las descargas viene directamente de la mar a los puertos españoles (un 28% o 1800 millones de Euros). En este caso los demás países están muy por detrás de España (Francia con 1.000 millones de € y Reino Unido con 800 millones de €). Islandia y Noruega cuentan con un 1.100 y 2.100 millones respectivamente. Destaca que el valor de las capturas (€/tonelada) en el caso de Noruega sea de la cuarta parte y el caso de Islandia de una tercera parte, lo cual refleja el alto valor añadido de las capturas españolas como atún, merluza, pez espada, calamar frente a otras de menor valor económico. Esto redundaría en los beneficios derivados de la pesca y la pérdida económica en caso de accidente por día de las embarcaciones y buques de pesca españoles en términos relativos, ya que a mayor valor del producto mayor caída de los beneficios tras accidentes. El caso español destaca por capturas de alto valor añadido frente al resto. En este sentido la pérdida de beneficio tendrá un peso importante.

7. Economía del Sector pesquero en el contexto nacional

A la hora de evaluar el impacto de la pesca dentro de España se presentan las curvas de la figura 1-10. Así el PIB se distribuye en una serie histórica desde 2000 a 2014, tanto para el país, como para la agricultura, el medio rural y marino y el específico de la pesca.

Figura 1-10: PIB de España: total, agricultura, medio rural y pesca

Se puede comprobar que el PIB [20], derivado de la Agricultura, el Medio Rural y Marino ha ido descendiendo de manera progresiva desde el 4% al 2%, en el periodo 2000 a 2015. Paralelamente el PIB de la pesca marina ha ido descendiendo desde el 0,2 al 0,1%, lo cual indica una caída del peso del sector en la economía nacional de una manera sostenida, debido al aumento progresivo del PIB nacional.

Lo anterior podría implicar una caída de la preocupación del sector en la sociedad en su conjunto y, a la hora de tener en cuenta los accidentes, este será un aspecto relevante, ya que los parámetros de estimación del riesgo asocian las muertes al valor económico de las capturas (p.ej. fallecimientos/PIB). A la hora de estimar los riesgos las consecuencias del mismo serán medidas en términos económicos y las medidas a implantar tendrían un valor económico también. En este sentido el valor del PIB de la pesca se considerará por tamaños de embarcación y por año para poder calcular posteriormente la pérdida potencial de vidas humanas de la actividad.

8. Control de la flota pesquera Europea. Uso del arqueo. Equivalencia con la eslora L

El esfuerzo pesquero europeo se mide además de las capturas permitidas en términos de potencia y GTs en un registro de buques de pesca que se gestiona en la Unión Europea conocido como “Community Fishing

Fleet Register” que se mantiene en la Dirección General de pesca y Asuntos Marítimos (DG Mare) de la Comisión Europea.

En la UE la medida de arqueo oficial es el GT del Convenio de Londres de 1969, lo cual supuso un cambio frente al Convenio de Oslo de 1946 por medio del artículo 4 del Reglamento (CEE) n° 2930/86 del Consejo, de 22 de diciembre, modificado por el Reglamento (CEE) n° 2359/94 del Consejo, de 22 de diciembre [21] [22]. Los buques nuevos y existentes de más de 15 m de eslora se arquean de acuerdo al texto del Convenio, mientras los buques nuevos (1994) de una eslora menor utilizan las siguientes fórmulas adoptadas mediante decisión 95/84/CE⁵ [23].

$$GT = K1 * V$$

$$K1 = 0,2 + 0,02 * \log_{10}(V)$$

Para embarcaciones nuevas menores de 15 m

$$V = a1 * (Lou * B1 * T1)$$

$$a1 = 0,5194 + 0,0145 * Lou \quad (a1 \geq 0.60)$$

Para las embarcaciones existentes (1994) la fórmula era la siguiente.

$$V = a2 * (Lou * B1 * T1)$$

$$a2 = 0,4974 + 0,0255Lou \quad (a1 \geq 0.60)$$

Lou es la eslora total y B1 y T1 es manga de trazado y puntal de trazado del Convenio de Arqueo de 1969.

Por todo lo anterior en las bases de datos suele considerarse una eslora que es la total, para las embarcaciones de menos de 15 m y la de arqueo de 1969 para las embarcaciones desde 15 m de eslora.

Es importante tomar conciencia del parámetro GT en la pesca Española y su relación con otros parámetros dimensionales importantes. En primer lugar destacar el valor distinto del GT frente al GRT que también varía entre países. Un barco arquea significativamente más en GT que en GRT a partir de esloras de 15 m, pero no es fácil establecer correlaciones entre el arqueo de Oslo y el de Londres, tal y como se puede ver de la dispersión de figura 1-11 que refleja la flota española. Por todo lo anterior se va a descartar el uso del arqueo GRT (TRB) en la tesis, si bien es un mejor indicador de la configuración de la embarcación que el simple indicador de volumen total GT.

⁵ La implantación del nuevo arqueo se hizo usando distintos coeficientes a1 y a2 en distintos países y se completó en el año 2003.

Figura 1-11. Dispersión Arqueo GT frente Arqueo TRB

En relación a la equivalencia eslora L y arqueo GT es importante destacar que en la OMI y la OIT se han acordado ciertas equivalencias eslora arqueo para las embarcaciones desde 24 m de eslora. Así una embarcación de 24 m de eslora equivale a 300 GT, una de 45 m de eslora L a 950 GT, una de 60 m a 1.500 GT y una de 75 m a 3.000 GT. Estas equivalencias no son reales y menos en la flota española, tal y como se puede ver en la figura 1-12, por lo que el uso del parámetro arqueo requiere cierta prudencia para este tipo de embarcaciones al no ser realista.

Figura 1-12: Eslora vs GT flota española de pesca y flotas norte de Europa y Japón

Para las embarcaciones menores, en la flota española hasta 24 m de eslora L (L obtenida aproximando la eslora L como el 80% de la eslora total en las embarcaciones de menos de 15 si no se dispone de ella en la base de datos), la gráfica de equivalencia eslora L vs arqueo GT que se obtiene es la que se indica en la

figura 1-13 observandose, a medida que aumenta la eslora, una mayor dispersión aunque el factor de correlación R es alto.

Esto hace muy difícil trabajar en términos de medidas de seguridad en base a arqueo por la gran variedad de embarcaciones que se plantearían para arqueos similares

Figura 1-13: Equivalencia eslora L arqueo GT en la flota pesquera nacional de menos de 24 m de eslora.

Por lo tanto se descarta inicialmente trabajar en parámetros de arqueo, tanto en GTs como en TRBs en la tesis, dado los problemas que se plantean y dado que actualmente las medidas de seguridad en las embarcaciones de pesca se establecen siguiendo el parámetro eslora frente al de arqueo, contrariamente a lo que se hace en Convenios Internacionales como SOLAS.

Esto también es indicativo del error de regular embarcaciones menores de 45 m de eslora con arqueo, tal y como se está intentando a nivel internacional.

Así en la tesis, se trabajará simplemente con la eslora, no obstante para aquellas embarcaciones españolas de menos de 12 m de eslora se usará una equivalencia conservadora si se carece de ese dato.

9. Conclusiones

En este capítulo se ha procedido a evaluar la economía pesquera en su conjunto y se ha calculado su impacto en el PIB español a lo largo de los años.

Trabajar en embarcaciones de menos de 24 m de eslora es difícil por su heterogeneidad, pero interesante, ya que supone al menos el 90% de las embarcaciones de pesca mundial, lo cual da idea de la aplicación potencial de cualquier trabajo sobre seguridad de la vida humana en la mar en este sector.

Se constata la evolución decreciente del valor de la pesca en la sociedad por porcentaje del PIB, a pesar de que en España la pesca es uno de los motores de la economía, particularmente en algunas regiones.

La pesca ilegal declarada y no reglamentada (IUUF) se asocia a embarcaciones de pesca que no cumplen unos requerimientos mínimos de seguridad. Se puede interpretar que regulando la pesca IUUF se puede mejorar la seguridad y viceversa, al igual que con la seguridad alimentaria.

El esfuerzo pesquero se mide en parámetros tales como arqueo y potencia que no son fácilmente asociables a la manera de legislar en seguridad de embarcaciones de pesca menores, que suele ser principalmente en base a eslora y distancia de la costa.

Esta tesis descarta el uso del parámetro arqueo para establecer medidas de seguridad ante la dispersión que supone, tanto para las embarcaciones mayores de 24 m como para las menores, que son el objetivo de la tesis. No obstante se quiere destacar que esta dispersión indica heterogeneidad en la flota por lo que a la hora de determinar medidas de seguridad se ha de obrar con mucha prudencia, en particular en las embarcaciones desde 15 m de eslora L.

Siendo el arqueo un parámetro asociado a la capacidad de pesca, pero no pudiéndose usar como parámetro para seguridad no se puede vincular directamente la seguridad y la sostenibilidad exclusivamente en base a arqueo.

A priori, teniendo en cuenta el estándar similar de las embarcaciones españolas con las europeas el nivel de seguridad de la flota española podría hacerse de alguna manera extrapolable a un nivel de seguridad de la flota europea, aunque esto merezca una consideración más detallada.

Es importante tener en cuenta que las medidas de seguridad en el mundo de la pesca se implantan en función de la eslora del buque más que en función del arqueo frente a otros convenios marítimos como el SOLAS.

2. SEGURIDAD DE LAS EMBARCACIONES DE PESCA EN EL CONTEXTO GLOBAL

Objetivo

Este capítulo tiene por objetivo tratar la seguridad en las embarcaciones de pesca indicando las barreras de base para su implantación. También intenta poner en contexto la cultura de la seguridad a nivel global y nacional y exponiendo cómo se implanta por medio de legislación. También definirá qué es el nivel de seguridad partiendo de un concepto abstracto. Finalmente se comparará la normativa aplicable entre buques mercantes y embarcaciones de pesca.

1. Introducción

Una de las particularidades de las embarcaciones de pesca es cómo se realiza el trabajo a bordo. Al contrario que en la mayoría de los buques convencionales, en los que las actividades de mayor riesgo se realizan en puerto, en las embarcaciones de pesca la mayoría de éstas se realizan fuera de la seguridad que ofrece éste. Los pescadores han de trabajar en la mar, sobre la cubierta, en todas las condiciones de tiempo, frecuentemente con escotillas abiertas, localizando y recogiendo sus capturas directamente del mar y aumentando los riesgos.

Además el problema del mundo de la pesca es que la seguridad no se mide solamente en términos de diseño de buques, su construcción, su equipo o la formación de las tripulaciones, sino también por un número de factores socioeconómicos.

La sociedad en general solamente es consciente de los aspectos de seguridad cuando vive directamente el sector, es decir cuando viven en núcleos con industrias pesqueras extractivas donde se pueden entender los peligros. En el caso de España, como país desarrollado, a pesar de ser un gran importador, el impacto en la seguridad en los buques de pesca no trasciende en una sociedad heterogénea, con grandes núcleos de población interior. No obstante la situación es mucho mejor que en los países en vías de desarrollo en los que la conciencia de seguridad relativa a la vida humana en la mar aún estaría en fase de construcción.

2. Contexto General de Seguridad en el Sector. Cultura de Seguridad

Para poder formular de manera eficiente cómo tiene que actuar una Administración en su conjunto para mejorar la seguridad de las embarcaciones de pesca se debe entender la escasez de seguridad como una carencia en esta actividad a nivel global, con particularidades regionales.

Por un lado en los países en vías de desarrollo los pescadores están insuficientemente agrupados en sindicatos y trabajan en esta labor de manera informal siendo además objeto de control de aquellas personas con poder en la comunidad, bien político, religioso o económico

Por otro lado el sector de la pesca se caracteriza globalmente por la ausencia de una cultura de la seguridad [24]. Esto obedece a diversos factores: los ingresos (que dependen exclusivamente del volumen de la captura), la formación, la educación, la pobreza, una legislación anticuada y finalmente la impresión de que la seguridad supone un alto coste para un sector, que obtienen volúmenes de capturas cada vez más reducidos con costes de inversión en constante aumento.

No obstante a lo anterior la pesca constituye un sector con un “fuerte peso” en las políticas locales o regionales, que se traduce en un alto grado de protección por parte de las Administraciones.

En la Unión Europea y en España en concreto, existe un nivel alto de protección social. Así la mejora en la seguridad y en las medidas de seguridad en el trabajo ha llevado a un nivel de profesionalismo elevado, que ha contribuido a que la seguridad laboral y de la vida humana en la mar impulse positivamente a la economía y al crecimiento, pero también con un alto grado de protección de las Administraciones Públicas.

Pero, tanto en los países desarrollados como los que están en vías de desarrollo, existe un denominador común, que es el hecho de que la cultura de seguridad se ha de mantener constantemente vitalizada por la propia administración, a la vista de cómo se deteriora. Esto afecta al nivel de seguridad. Así, en ocasiones, la estrategia de mejora de la seguridad de la vida humana en la mar obtiene resultados poco palpables, incluso en los países desarrollados. Esto es debido a la escasez del recurso, que hace que se tienda a aumentar el riesgo para mantener el nivel de capturas. Los armadores, que disponen de embarcaciones que han sido objeto de planes de renovación de la flota, estarán dispuestos a aumentar los riesgos más allá de lo que puede ser aceptable, al pensar que la embarcación en la que faenan es intrínsecamente más segura, pero al aumentar los riesgos se producen más accidentes.

Unido a lo anterior, dado que la principal actividad de las embarcaciones y buques de pesca sucede principalmente en el mar, fuera de la vista del regulador, es una tentación para los armadores ahorrar costes, evitando el cumplimiento de requerimientos de seguridad, muchos aparentemente inútiles, hasta que se tiene un accidente. Por esto y lo anterior se hace más difícil el mantenimiento de un nivel de seguridad, entendiendo esto como concepto abstracto

Ante este asunto surge la hipótesis de que mejorando la cultura de seguridad en todos los niveles, desde armadores a marineros, se pueden reducir los accidentes y la cuestión de cuál es el coste frente al beneficio de mejorar la cultura de seguridad.

Así en el caso de Islandia, país en el que durante años sucesivos han mantenido un número de fallecimientos cercano a cero, se ha considerado que la cultura de Seguridad se ha de trabajar a largo plazo y a todos los niveles, y parece que se han obtenido buenos resultados.

3. Nivel de seguridad en las embarcaciones y buques de pesca frente a los buques mercantes

En el apartado anterior se mencionó el nivel de seguridad como concepto abstracto, pero a los efectos de la tesis se define el nivel de seguridad como una medida de la exposición al riesgo.

La exposición al riesgo de los pescadores es mayor que para otra gente de mar. Los últimos trabajos, de los años 90, basados en los cálculos de la Organización Internacional del Trabajo arrojan un resultado de aproximadamente 24.000 muertes al año, lo cual corresponde a 80 muertes por cada 100.000 pescadores al año. Esto es un porcentaje del 0,008% anual que supone a su vez un $7 \cdot 10^{-3}$ muertes/embarcación/año. Tal y como se discutirá más adelante éste corresponde a una frecuencia inicialmente catalogada como intolerable. Aunque estos porcentajes hubiesen decaído en paralelo a la siniestralidad en los buques mercantes los porcentajes seguirían siendo superiores [25].

Sin embargo desde el punto de vista normativo se produce una paradoja. El marco reglamentario de la seguridad de la vida humana en la mar aplicable a los buques mercantes no es similar al de las embarcaciones y buques de pesca ya que el segundo es más laxo, tanto desde los grandes buques de pesca hasta las embarcaciones menores.

Esto es así en general y se observa en organismos internacionales como la OMI, donde la seguridad de la vida humana en la mar se mueve en dos áreas distintas: la de los buques mercantes, donde se presta mucha atención por parte de la Industria y las de los pesqueros donde la atención prestada por los miembros es muy limitada comparada con los demás buques y la representación de la industria es inexistente, dejando el asunto a políticas nacionales que dependen en extremo del nivel de desarrollo del país.

Lo anterior redundo muchas veces en que la implantación de la normativa desarrollada es menos efectiva por diversos motivos, entre ellos la falta de conocimiento de medidas de carácter voluntario desarrollados en OMI [26], al existir una escasa coordinación de las Administraciones de transportes y de pesca de los Países en vías desarrollo acompañados de una baja importancia de la seguridad de la vida humana en la mar. La OMI además no consigue hasta el momento comunicar a la sociedad en su conjunto la importancia de velar por la seguridad [27], y ésta solamente se comunica a colectivos especializados, con lo que no se consigue una penetración suficiente y por ende deja fuera al sector pesquero. Por tanto esta dinámica no ayuda a elevar el nivel de seguridad de la pesca a nivel global.

Por otro lado los reguladores siempre prefieren un sistema de “control e inspección” el más clásico, por diversos motivos: es más claro, fácil de implantar y cierto en su intención. Esto también es así en el mundo de la pesca. Sin embargo de este sistema surgen otros inconvenientes: excesiva rigidez, en particular en una flota con una tipología muy variada, excesiva tendencia al detalle, inflexibilidad, altos costes, circunstancias adversas para su implantación, ineffectividad y dificultad de implantación del sistema.

En estos casos dada la dificultad de legislar al detalle es importante tener en cuenta que la implantación debe estar acompañada de estrategias tales como la educación, asistencia, persuasión, promoción, incentivos económicos y monitorización mejor que la implantación por el sistema de “control e inspección”, que es muchas veces ineffectivo en países que tienden a confiar demasiado en medidas sancionadoras que muchas veces no se ejercen y demasiado poco en los otros incentivos.

4. Riesgo y Accidente

La actividad pesquera lleva asociada, al igual que en el resto de los buques, la existencia de riesgos que se suelen percibir de forma subjetiva, pero que pueden ser medibles, con un precio que se puede medir en términos de consecuencias derivadas de los accidentes y que son principalmente [28],[29],[30],[31],[32],[33]:

- Daños a las personas en términos de muertos y heridos.
- Pérdidas económicas: daños o pérdidas de barco así como pérdidas en los ingresos.

Esto es particularmente importante en una actividad de alta exposición al riesgo. Por otro lado en los accidentes en el mundo de la pesca también se estima que su base es el error humano. En la literatura general sobre siniestros se indica que es así en el 80% de los casos [34] debiéndose el resto al diseño y equipo de las embarcaciones. Esto en principio es patente en el mundo de la pesca donde se puede comprobar en ocasiones cómo embarcaciones de nueva construcción y con equipos nuevos se hunden, en principio debido a la falta de conocimiento del comportamiento operacional que ofrece esa embarcación. Sin embargo el asunto no debe quedar ahí sino que se debe atajar a la causa raíz y reducir las amenazas.

En materia de seguridad de la vida humana en la mar esta tesis analizará los datos disponibles para poder mejorar la seguridad. Es por tanto necesario disponer de datos de accidentes y de información asociada a las causas y a sus efectos. Con ellos se pueden llevar a cabo análisis de siniestros (hundimiento, colisiones, incendios, etcétera) para poder explicar el porqué y el cómo. Así se podrán identificar problemas obtener soluciones, determinando un nivel de seguridad aceptable por la sociedad que se puede plasmar en normativa.

5. Conclusiones

El pescador se expone a riesgos adicionales en una embarcación de pesca frente a un buque convencional ya que la actividad requiere una captura del recurso y la parte más arriesgada del trabajo se lleva a cabo en el mar.

Los pescadores, presionados por la escasez del recurso tienen una exposición mayor al riesgo bajo la falsa apariencia de que las medidas de seguridad implantadas a bordo les permiten aumentar éste. Es por ello que potencialmente, a pesar de haber mayor seguridad un riesgo mayor neutraliza los beneficios de éste.

La escasez de cultura de seguridad es un factor contribuyente importante a falta de un sistema de protección al trabajador en los países en vías de desarrollo frente a otros como España, al ser una de las actividades laborales más arriesgadas.

La cultura de seguridad se plantea como una de las medidas para reducir el riesgo en las embarcaciones de pesca.

La seguridad de la vida humana en la mar en las embarcaciones de pesca tiene menos relevancia a nivel global que la vida humana en la mar de aquellas personas embarcadas en los buques mercantes.

La introducción de un marco normativo es tan solo uno de los medios para inculcar una cultura de la seguridad: *“el cambio más eficaz y duradero solo se dará cuando el sector mismo reconozca la necesidad de adoptar la cultura de la seguridad que durante tanto tiempo le ha sido esquiva”*⁶.

⁶ Laing John, Inspector jefe de accidentes del MAIB (Departamento de investigación de accidentes marítimos del Reino Unido).

3. LA FLOTA PESQUERA ESPAÑOLA. EXPOSICION AL MEDIO. RENTAS DE LA PESCA Y VALORACIÓN DE LAS EMBARCACIONES.

Objetivo

El objetivo de este capítulo es cuantificar la flota objetivo de la tesis, no sólo en términos de embarcaciones sino en términos económicos, bien en cuanto al valor de las capturas y el beneficio económico que se genera, y que por tanto se pierde en caso de siniestros. Esto implica conocer el valor de las embarcaciones que también se pierden o dañan en caso de accidente y las rentas de la pesca, por medio de los datos de los que se dispone en la Administración. Con estos valores se podrá determinar y analizar el nivel de seguridad.

1. Introducción

A la hora de trabajar en el nivel de seguridad se hace necesario estudiar la flota pesquera española, cómo se distribuye por tipos de arte y determinar los ingresos de la pesca. Aunque la tesis va a trabajar principalmente en la seguridad de las embarcaciones es necesario obtener datos relativos a la fuente de ingresos de las embarcaciones de las estadísticas proporcionadas por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

En este capítulo se va a analizar la clasificación básica de los tipos de embarcaciones de pesca, sin considerar a priori su influencia en aspectos de seguridad marítima, reconociendo que el tipo de arte de pesca utilizado, su manera de operación y su estiba tiene cierto impacto, además de influir en otros aspectos como seguridad en el trabajo y gestión del recurso. También se clasificarán las embarcaciones por zonas y se establecerá el perfil de edad de la flota. Finalmente, dado que el nivel de seguridad estará vinculado a las tripulaciones, tanto en número de fallecimientos como en exposición al riesgo de los tripulantes se calculará el número de hombres que trabajan en la mar, así como el número de horas que están expuestos al trabajo a bordo. Finalmente se obtendrá una estimación de los ingresos de la pesca, que dé idea del riesgo frente al beneficio económico de la actividad.

Además de la evolución de la flota y la determinación de los ingresos por embarcación se hace necesario valorar la flota para asignar a las embarcaciones en la base de datos un valor económico, por lo que teniendo en cuenta los certificados de valoración y la edad de cada una de ellas se procederá a su determinación.

Para todo lo anterior la herramienta que se va a utilizar es el anteriormente denominado censo de la flota pesquera operativa del Ministerio de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente y la base de datos disponible en la Dirección General de la Marina Mercante. La primera, por modificación de la ley, solamente aplica actualmente a las embarcaciones que operen en aguas interiores, es decir, aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción española situadas por dentro de las líneas de base., no obstante a los efectos de esta tesis el trabajo se ha realizado sobre esa base de datos y los resultados tienen el mismo valor.

Con todo ello se podrán disponer los datos como indica la figura 3-1.

Figura 3-1. Datos a conectar en este capítulo

También se quiere indicar que en el año 2015 el número de embarcaciones se mantiene en valores de un orden de magnitud similares a los del 2013, dando por tanto validez a los análisis que se hagan en este capítulo.

2. Datos básicos de la flota nacional

La fuente de datos de partida de la flota española la constituye el Censo de Buques Pesqueros Operativos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente [13] que contiene información de los 27.405 embarcaciones de pesca de menos de 24 m de eslora que constituyen el marco de población del período 2013 así como aquellos que ya están dados de baja, pudiéndose obtener de ésta datos concernientes a la antigüedad y características técnicas de dichos buques (35). Para el año 2013 los resultados son de 9.871 embarcaciones, con un total de 372.617 GT, 845.000 kW y un total de 30.302 tripulantes

Este censo o base de datos tiene los siguientes parámetros:

- Número de Identificación del buque (NIB del Ministerio de Fomento).
- Código de Identificación del buque (CODBUQ del Ministerio de Agricultura)
- Estado del buque (Alta definitiva, baja –distintos motivos-, provisional, desguazado, cambio de lista, baja por nueva construcción, hundido –distintos motivos-, paralización, inactivo, retirada)
- País exportación
- Fecha de situación actual
- Fecha de entrada en servicio
- Matrícula
- Folio
- Nombre
- Código de Puerto Base
- Puerto Base
- Arqueo TRB
- Arqueo GT
- Eslora total
- Situación de GT
- Potencia
- Material del Casco
- Caladero principal
- Tipo de Pesca
- Comunidad autónoma del Puerto
- Distintivo de llamada.

A la hora de proceder al análisis de la flota se han tenido en cuenta las embarcaciones que se encuentran de alta, es decir con estado de “alta definitiva” y con una eslora L de menos de 24 m, y considerando las fechas de altas y bajas su impacto en la flota pesquera en el periodo de 14 años.

Esta flota se reparte principalmente en los siguientes caladeros indicados en la figura 3-2, a los que se deben de unir los caladeros del Mediterráneo.

Figura 3-2. Zonas de esfuerzo de las aguas occidentales europeas

Del citado censo la flota objetivo de esta tesis es aquella de menos de 24 metros de eslora L o eslora de arqueo. Para el año 2013 se extraen los siguientes parámetros por medio de tablas dinámicas, como la tabla 3-1 [35].

Tabla 3-1. Embarcaciones por tipo de pesca y eslora. El porcentaje de embarcaciones de pesca por eslora de arqueo (naranja) y porcentaje de los buques de una determinado tipo de pesca con respecto al total nacional para un intervalo de eslora (azul) [36].

	Eslora														
Tipo de Pesca	[0 - 10)		[10 - 12)		[12 - 15)		[15 - 18)		[18 - 24)		[24 - 40)		[>40)		Total buques
ARRASTRE	11	10%	13	12%	68	6,3%	156	14,5%	418	39,0%	353	32,9%	54	5,0%	1.073
		0,2%		19%		9,1%		37,0%		57,7%		50,4%		45,8%	
CERCO	16	2,5%	33	5,1%	106	16,3%	130	20,0%	195	30,0%	136	20,9%	34	5,2%	650
		0,2%		4,7%		14,2%		30,8%		26,9%		19,4%		28,8%	
PALANGRE	41	10,4%	31	7,9%	68	17,3%	40	10,2%	63	16,0%	121	30,7%	30	7,6%	394
		0,6%		4,4%		9,1%		9,5%		8,7%		17,3%		25,4%	
REDES DE ENMALLE	5	6,1%	6	7,3%	12	14,6%	24	29,3%	29	35,4%	6	7,3%	0	0,0%	82
		0,1%		0,9%		16%		5,7%		4,0%		0,9%		0,0%	
ARTES FIJAS	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	5	7,6%	61	92,4%	0	0,0%	66
		0,0%		0,0%		0,0%		0,0%		0,7%		8,7%		0,0%	
ARTES MENORES	6.384	84,0%	619	8,1%	492	6,5%	72	0,9%	12	0,2%	23	0,3%	0	0,0%	7.602
		98,9%		88,2%		66,0%		17,1%		1,7%		3,3%		0,0%	
SIN TIPO ASIGNADO	1	25,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	2	50,0%	1	25,0%	0	0,0%	4
		0,0%		0,0%		0,0%		0,0%		0,3%		0,1%		0,0%	
Total buques	6.458		702		746		422		724		701		118		9.871

En la flota por tanto claramente destaca la horquilla entre 18 y 24 metros de eslora el arrastre, con unas 418 embarcaciones y el cerco con 195 embarcaciones. Así mismo en artes menores destacan 492

embarcaciones entre 12 y 15 metros de eslora y 619 entre 10 y 12 metros de eslora. No obstante a lo anterior un 60% de la población son embarcaciones menores, entre 0 y 10 metros de eslora, cuyo estudio es complejo por su amplia tipología.

Las embarcaciones desde 24 m de eslora son un 10% frente al 2% del porcentaje mundial, lo cual da una idea de la importancia del sector en España comparado con otros países, al poseer buques de cierto porte. Esto indica el carácter industrial de la pesca típica de un país desarrollado.

A la vista de la tabla se puede ver el peso de las embarcaciones de artes menores en el total. En particular, para embarcaciones de menos de 15 m de eslora de arqueo, se ha considerado la eslora entre perpendiculares Lpp como el 80 % de la misma. Para estas embarcaciones será, en teoría, más complejo extraer conclusiones al tener una tipología más heterogénea, ya que dentro de estas caben embarcaciones sin cubierta, con cubierta parcial y con cubierta completa.

3. Evolución de la flota pesquera nacional

En relación con la flota nacional de menos de 24 m es muy importante calcular el parámetro embarcaciones/año, para ello se trabaja con el censo de pesca teniendo en cuenta los datos de las columnas la fecha de entrada en servicio y de desguace.

Así las cosas la evolución de las embarcaciones por año es la indicada en la figura 3-3 que abarca el periodo 2000 a 2013. El número de embarcaciones/año se ha determinado sobre la base del censo de la flota, el censo de la flota pesquera (hasta el año 2013) y se ha dividido por esloras. Se puede observar cómo aunque la edad de la flota ha aumentado los desguaces han ido compensando el número de años'embarcación.

Figura 3-3: Embarcaciones por año agrupadas por grupo de esloras L

Teniendo en cuenta la evolución del censo de la flota se puede llevar a cabo una previsión por medio un mmodelo Autorregresivo Integrados de Medias Móviles (ARIMA) con variables (1,1,1) con el resultado indicado en la figura 3-4.

En relación con el modelo ARIMA la ventaja de la previsión es que la predicción es completamente “exógena”, esto es la consideración exclusiva de los valores pasados de una determinada variable para explicar su evolución presente y futura supone, al mismo tiempo, una ventaja y un inconveniente. Así la ventaja radica en el hecho de no necesitar distintas series de datos (distintas variables) referidas al mismo

período de tiempo (característica común a todos los modelos uni-variantes) y, al mismo tiempo, ahorra la identificación y especificación del modelo en el sentido de la econometría tradicional. El inconveniente es que, al renunciar a la inclusión de un conjunto más amplio de variables explicativas, no se atiende a las relaciones que sin duda existen entre casi todas las variables perdiendo capacidad de análisis al tiempo que se renuncia, implícitamente, al estudio teórico previo del fenómeno y a su indudable utilidad [37].

Figura 3-4: Previsión ARIMA (1,1,1) para la flota española utilizando la base de datos del censo de la flota pesquera desde 2000 a 2013.

La previsión indica un descenso, continuado del 2,5% anual hasta el 2025 de manera optimista y un descenso del 4,3% anual de continuar la tendencia en el modelo pesimista. A la hora de tener en cuenta la evolución real se debería considerar que el modelo no evolucionará, previsiblemente, de manera pesimista ya que la flota desaparecería en el 2025.

Dado que este estudio de previsión se llevó a cabo trabajando con el censo de pesca consolidado hasta el año 2013 es necesario contrastar la previsión con lo acontecido durante los años 2013 a 2015 de acuerdo a las últimas fechas disponibles del censo de pesca. Así los datos de variación para la flota son los que figuran en la figura 3-5 que indican una variación del 2,0% (que se encuentra dentro del rango optimista), si bien la variación de la flota para las embarcaciones desde 15 m de eslora está más cercana al 3%. Al introducirlos en la previsión de flota a largo plazo los escenarios no cambian de manera considerable (al introducirse dos años de muestra adicionales), por lo que se considera correcto mantener la previsión optimista y pesimista.

Figura 3-5. Variación de esloras en el periodo posterior a la base de datos disponible.

4. Clasificación por eslora y caladero

A la hora de poder determinar la eslora y el caladero en el que operan se procede al examen de la tabla 3-2, también obtenida de fuentes del Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente [36].

Tabla 3-2: embarcaciones por tipo de caladero y modalidad. Porcentaje de embarcaciones de pesca por eslora de arqueo (naranja) y porcentaje de los buques de una determinado tipo de pesca con respecto al total nacional para un intervalo de eslora (azul)

		Eslora (metros)											
Tipo de Caladero	Censo de Modalidad	[0 - 10]	[10 - 12]	[12 - 15]	[15 - 18]	[18 - 24]	[24 - 40]	[>40]			Total buques		
CALADERO NACIONAL	CANTABRICO-NOROESTE	3.966 614%	344 49.0%	280 37.5%	113 26.8%	139 49.2%	217 31.0%	0 0.0%	78.4%	6.8%	5.059	0.0%	0.0%
	MEDITERRANEO	1.436 22.2%	245 34.9%	270 36.2%	190 45.0%	438 60.5%	179 25.5%	2 17%	52.0%	8.9%	2.760	0.1%	0.0%
	GOLFO DE CADIZ	401 6.2%	50 7.1%	150 20.1%	96 22.7%	97 13.4%	8 1%	0 0.0%	50.1%	6.2%	802	0.0%	0.0%
	CANARIAS	654 10.1%	63 9.0%	43 5.8%	16 3.8%	8 1%	16 2.3%	0 0.0%	81.8%	7.9%	800	0.0%	0.0%
	CUALQUIER ZONA	0 0.0%	0 0.0%	3 0.4%	4 0.9%	22 3.0%	60 8.6%	0 0.0%	0.0%	3.4%	89	0.0%	0.0%
CALADEROS UE	ATLANTICO, AGUAS COMUNITARIAS NO ESPAÑOLAS	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	1 0.2%	12 1.7%	120 17.1%	3 2.5%	0.0%	0.0%	136	2.2%	0.0%
CALADEROS INTERNACIONALES	ATLANTICO NORTE	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	27 22.9%	0.0%	0.0%	27	100.0%	0.0%
	AGUAS INTERNACIONALES Y TERCEROS PAISES	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	1 0.2%	0 0.0%	45 6.4%	24 20.3%	0.0%	0.0%	70	34.3%	0.0%
	AGUAS INTERNACIONALES	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	1 0.2%	6 0.8%	55 7.8%	62 52.5%	0.0%	0.0%	124	50.0%	0.0%
SIN CALADERO ASOCIADO	SIN MODALIDAD ASIGNADA	1 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	2 0.3%	1 0.1%	0 0.0%	25.0%	0.0%	4	0.0%	0.0%
Total buques		6.458	702	746	422	724	701	118			9.871		

Sobre la población de embarcaciones se observa que un número relativamente muy bajo de aquellas de menos de 24 m de eslora L trabaja en caladeros internacionales no comunitarios, o en caladeros internacionales. Son un total de 3 embarcaciones entre 15 y 18 m de eslora de arqueo y 18 embarcaciones entre 18 y 24 m de eslora de arqueo. Además existe un número significativo de embarcaciones/buques desde 24 m de eslora, que son unas 819 unidades. Esto obliga a tener prudencia a la hora de extrapolar este trabajo al ámbito internacional ya que no todos los países tienen perfiles de flota similares, con embarcaciones de este porte. A la vista de la figura 3-6 se puede ver la distribución de la pesca por comunidades autónomas, destacando Galicia y después Andalucía tanto en tripulantes, número de embarcaciones, potencia y arqueo. Con todo lo anterior en caladeros nacionales la población es de 8.081 embarcaciones (de 2013) con el siguiente reparto proporcional por zonas.

Figura 3-6. Distribución de flota por regiones

5. Perfil de la flota nacional menor de 24 m de eslora por edad

Al establecer el perfil de flota por eslora y edad se obtiene el reparto indicado en la siguiente figura 3-7.

Figura 3-7: Edad y Número de unidades por esloras de arqueo

De esta figura se puede observar que la flota española de pesca entre 12 y 24 m mantiene un perfil de edad constante con repartos equitativos. Sin embargo para las embarcaciones entre 0 y 9 m de arqueo la mayor parte de la flota sería de edad avanzada. En relación a las embarcaciones entre 9 y 12 m de eslora se observa que la flota tiene un perfil maduro, en el que priman las embarcaciones nuevas con las de avanzada

edad. Esto indica una flota en proceso de renovación, lo cual debería suponer un momento importante para introducir mejoras en materia de seguridad en las embarcaciones de menos de 12 m de eslora dado su perfil de edad elevada.

6. Población de pescadores embarcados en la flota nacional de menos de 24 m de eslora

Dado que se va a trabajar sobre la flota de menos de 24 de eslora es conveniente determinar la población de pescadores y asignarles las horas trabajadas.

En la base de datos del censo se ha asignado para cada embarcación un personal a bordo. El número de tripulantes por embarcación se obtiene por medio de la combinación del censo de la flota, los certificados de tripulación mínima (mínimo a bordo) y lo indicado en la dotación del equipo (máximo a bordo). Se hace notar que los certificados para las embarcaciones de menos de 24 metros de eslora (el denominado certificado de conformidad) emitido desde la entrada en vigor del Real Decreto 543/2007 [7] aporta datos tanto de tripulación mínima como del número máximo de personas a bordo (limitado por los medios de salvamento). A los efectos de la tesis se ha considerado que el número máximo de personas a bordo “N” del certificado de seguridad es más cercano a la realidad por lo que se ha decidido utilizar el 75% de N, teniendo en consideración que existe un margen en los equipos de salvamento. Combinando el censo de la flota pesquera operativo como los datos asociados del certificado de conformidad se procede a completar la base de datos.

Tabla 3-3: Embarcaciones de menos de 24 m en zona de Atlántico norte. Personas a bordo. Horas de trabajo por embarcación y días de 8 horas.

	tipo	eslora		Nº embarcaciones	Personal a bordo (base de 1800 horas/persona*año)	Personas reales	horas /(año*persona)	horas/(embarcación *año)	días de 8 horas/(embarcación *año)	Número medio de tripulantes por embarcación
		min	máx							
ATLANTICO NORTE	arrastreros	12	18	63	499	336	1212	1212	152	5
	arrastreros	18	24	81	618	425	1238	1238	155	5
	cerqueros	10	12	31	147	186	2278	2278	285	6
	cerqueros	12	18	130	844	975	2079	2079	260	8
	cerqueros	18	24	95	1188	998	1512	1512	189	11
	rastras	0	10	1865	1936	4013	3731	3731	466	2
	rastras	10	12	12	16	36	3050	3050	506	3
	rastras	12	18	83	164	249	2733	2733	342	3
	anzuelos	0	10	11	11	18	2945	2945	368	2
	anzuelos	10	12	69	161	172	1923	1923	240	2
	anzuelos	12	18	99	636	1040	2943	2943	368	11
	anzuelos	18	24	27	194	209	1939	1939	242	8
	enmalle	10	12	145	303	290	1723	1723	215	2
	enmalle	12	18	168	697	588	1519	1519	190	4
	enmalle	18	24	36	376	342	1637	1637	205	10
	nasas	10	12	97	294	323	1978	1978	247	3
	nasas	12	18	75	244	300	2213	2213	277	4
	artes fijas poliv	0	10	2017	2441	4223	3114	3114	389	2
	artes fijas poliv	10	12	45	61	135	3984	3984	498	3
	artes fijas poliv	12	18	35	141	177	2260	2260	282	5

También, teniendo en cuenta datos suministrados por despacho de buques y por consultas a cofradías, se han asignado un número de horas de trabajo que permite calcular la exposición tanto de las personas como de las embarcaciones. Así para cada tipo de embarcación se han supuesto unos días de mar por año real, los días de mar de 8 horas y las tripulaciones que se exponen al mar realmente y en un año con 1800 horas de jornada laboral.

A modo de resumen se presentan las siguientes tablas en las que se procede a dividir la flota pesquera en tres zonas, por rangos de eslora y por tipo de arte, para el año 2013.

La zona del Atlántico, representada en la tabla 3-3, es la más numerosa, correspondiendo principalmente con los intereses de la pesca en Galicia, Parte de Andalucía, Cantabria, Asturias y País Vasco. El número de embarcaciones asciende a 5.184 con un personal embarcado de 10.971 personas (suponiendo que una persona trabaja 8 horas), y de 14.274 personas (incluyendo horarios de trabajo de más de 8 horas). La media de horas que una persona ocupa en la embarcación, tanto navegando como en tierra en labores relacionadas con ésta, es de 2.342 horas anuales, lo cual supone 293 días de 8 horas. En esta zona también es de destacar la importancia de los cerqueros entre 18 y 24 m así como las embarcaciones de menos de 10 m que se dedican a las rastras y a las artes fijas polivalentes, con 2/3 del número de embarcaciones y un 40% de las personas a bordo. La media de personas a bordo de una embarcación es de 3.

Tabla 3-4. Embarcaciones de menos de 24 m en caladeros nacionales del Mediterráneo. Personas a bordo. Horas de trabajo por embarcación y días de 8 horas.

	Tipo de embarcación	eslora		Nº buques	Personal a bordo (base de 1800 horas/persona*año)	Personas reales	horas/(año*persona)	horas/(embarcación* año)	días de 8 horas/(embarcación* año)	Número medio de tripulantes por embarcación
		min	máx							
MEDITERRANEO	arrastreros	6	12	27	63	61	1743	1743	218	2
	arrastreros	12	18	164	333	383	2070	2070	259	2
	arrastreros	18	24	346	1784	1499	1512	1512	189	4
	cerqueros	6	12	23	105	109	1869	1869	234	5
	cerqueros	12	18	92	487	767	2835	2835	354	8
	cerqueros	18	24	93	892	930	1877	1877	235	10
	rastras	6	12	55	38	92	4358	4358	545	2
	rastras	12	18	14	34	38	2012	2012	251	3
	anzuelos	6	12	81	138	223	2909	2909	364	3
	anzuelos	12	18	90	240	360	2700	2700	338	4
	anzuelos	18	24	30	225	195	1560	1560	195	7
	enmalle	6	12	100	149	200	2416	2416	302	2
	enmalle	12	18	71	125	178	2563	2563	320	3
	nasas	6	12	19	31	57	3310	3310	414	3
	nasas	12	18	15	84	90	1929	1929	241	6
	artes fijas poliv	0	6	121	70	161	4140	4140	518	1
	artes fijas poliv	6	12	944	960	1888	3540	3540	443	2
	artes fijas poliv	12	18	14	32	42	2363	2363	295	3

El Mediterráneo es la segunda zona en importancia, correspondiendo principalmente con los intereses de la pesca a Andalucía. Tal y como se indica en tabla 3-4 el número de embarcaciones asciende a 2.299 con un

personal embarcado de 5.790 personas (suponiendo que una persona trabaja 8 horas), y de 7.272 personas (incluyendo horarios de trabajo de más de 8 horas). La media de horas que una persona ocupa en la embarcación (tanto navegando como en tierra en labores relacionadas con ésta es de 2.261 horas anuales, lo cual supone 283 días de 8 horas. Destacan los arrastreros entre 18 y 24 m de eslora con 8% de las embarcaciones y ¼ de las personas reales empleadas a bordo. Las artes polivalentes fijas en embarcaciones de 6 a 12 m de eslora constituyen 1/3 de las embarcaciones con ¼ de las personas reales empleadas a bordo.

Finalmente, en relación al resto de las zonas se obtiene la tabla 3-5, con un reparto es más homogéneo, pero en el que también destacan las artes fijas polivalentes en embarcaciones de hasta 10 m de eslora, con gran similitud entre las personas reales empleadas a bordo y las personas empleadas en periodos de 8 horas.

Por tanto el colectivo total que faena en embarcaciones menores de 24 m de eslora estaría constituido por unas 22.730 pescadores (año 2013) que en términos relativos, es decir en base a 1.800 horas de trabajo anuales son unas 17.774 personas. Esto supone que el total de horas embarcadas es de unas $32 \cdot 10^6$ y un total de $1,33 \cdot 10^6$ días.

Así las cosas se pueden calcular la exposición de cada tripulante al medio marino teniendo en cuenta el tiempo de exposición a faenar. Es un valor importante porque permite calcular de una manera más sólida las frecuencias de los accidentes al poder calcular el número de embarcaciones-año expuestas a los accidentes. Con estos parámetros se calculará posteriormente la exposición de los pescadores al medio particularmente en relación a parámetros de riesgo.

Tabla 3-5 Embarcaciones de menos de 24 m en caladeros nacionales del resto de las zonas Personas a bordo. Horas de trabajo por embarcación y días de 8 horas.

OTRAS ZONAS	Tipo de embarcación	eslora min	eslora máx	Nº buques	Personal a bordo (base de 1800 horas/persona*año)	Personas reales	horas/(año*persona)	horas/(embarcación*año)	días de 8 horas/(embarcación*año)	Numero medio de tripulantes por embarcación
	cerqueros	12	18	17	91	85	1681	1681	210	5
	anzuelos	10	12	29	49	102	3747	3747	468	4
	anzuelos	12	18	25	94	112	2145	2145	268	4
	anzuelos	18	24	5	30	38	2280	2280	285	8
	nasas	12	18	15	40	38	1710	1710	214	3
	artes fijas poliv	0	10	481	671	756	2028	2028	254	2
	artes fijas poliv	10	12	26	38	52	2463	2463	308	2

Del estudio llevado a cabo teniendo en cuenta los registros de entrada y de salida se puede estimar de manera orientativa el factor de utilización anual de las embarcaciones, teniendo en cuenta las horas que están en la mar al año, que dan una orientación aproximada de la exposición al medio marino anual de un tripulante, tal y como figura en la tabla 3-6.

Tabla 3-6: factor de utilización de las embarcaciones

L desde	hasta	horas/año	factor de utilización
0	12	34150119	0,371
12	18	2588425	0,252
18	24	1111254	0,177

Teniendo en cuenta estos valores se puede calcular mejor los parámetros de riesgo individual, entre otros.

7. Rentas de la pesca

Es importante conocer el valor económico de la actividad para poder conocer los beneficios que reporta cada embarcación, y por tanto conocer las pérdidas económicas en caso de que la embarcación sufra una avería o se suponga su pérdida total. También es importante conocer las rentas de la pesca para calcular los valores de perdida potencial de vidas humanas de la actividad, como se indicó en el capítulo 1.

Para poder conocer estos valores se puede trabajar basándose en la información disponible del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación teniendo en cuenta las estadísticas del 2008 al 2013 que asigna los ingresos anuales a las embarcaciones.

Los resultados se presentan en la tabla 3-7 que se compara con los datos obtenidos en el capítulo 1. En este caso concreto se ha procedido a dividir por tramos de eslora L teniendo en cuenta los tramos utilizados en la normativa sobre seguridad marítima.

Estos valores son importantes a la hora de cuantificar la exposición al riesgo en la actividad. Se ha de tener en cuenta que no son precios de mercado, precio final del producto elaborado sino el dinero que reciben como producto del trabajo. Orientativamente este valor es 1/5 del precio final, lo cual corresponde a 1255 millones de Euros (es un 60% del valor total de las capturas para todas las esloras), que encaja con el PIB de la pesca de menos de 24 m de eslora.

Con estos valores, teniendo en cuenta la distribución de la flota indicada en las tablas anteriores, se puede obtener el ingreso medio diario de los últimos 3 años que, de manera simplificada, se pueden visualizar en la figura 3-8.

Figura 3-8: Aproximación a ingresos diarios de la pesca por tipo de arte y eslora

Teniendo esto en cuenta se ha procedido a asignar en el censo de pesca unos ingresos diarios para cada embarcación dependiendo de la zona de navegación (teniendo como base las tres zonas anteriormente indicadas), de la eslora L y del tipo de embarcación de pesca, partiendo de la tabla 3-7.

Tabla 3-7. Valor de la actividad por grupos de eslora y arte de pesca

VALOR ACTIVIDAD (€) (media años 2008 a 2011)	L<7,5	7,5< L≤12	12<L≤15	15<L≤18	18<L≤ 24	
ATLANTICO						TOTAL
Arrastre				2.205.818	5.696.147	7.901.965
Cerco		1.031.259	7.506.197	5.004.132	15.237.840	28.779.428
Rastras	4.086.067	1.060.457	3.295.017	2.196.678		10.638.219
Anzuelos		4.086.067	4.684.324	3.122.883		11.893.274
Enmalle		2.990.471	4.824.363	3.216.242	8.067.817	19.098.893
Nasa		307.376	1.000.815	667.210		1.975.401
Artes polivalentes Fijos		43.120.800	1.101.938	734.625	4.436.320	49.393.683
Artes polivalentes		543.734	5.313.178	3.542.118		9.399.030
SUBTOTAL	4.086.067	53.140.164	27.725.832	20.689.706	33.438.124	139.079.893
MEDITERRANEO						
Arrastre		999.986	5.834.294	3.889.529		10.723.809
Cerco	1886.518	1.329.778	10.883.111	7.255.407	22.246.425	42.601.239
Rastras	88.038	132.058	198.248	132.166		550.510
Anzuelos	1.071.355	1.607.032	595.040	396.694		3.670.121
Enmalle	860.900	1.291.351	1.709.959	1.139.972		5.002.182
Nasa			74.266	49.510		123.776
Artes polivalentes fijos	663.124	21.155.213	310.648	207.099		23.336.084
Artes polivalentes	473.628	710.441	833.963	555.976		2.574.008
SUBTOTAL	5.043.550	27.225.872	20.439.529	13.626.353	22.246.425	88.581.729
OTRAS						
Arrastre						
Cerco			1.620.520	1.080.347		2.700.867
Rastras						
Anzuelos		1.498.304	589.106	392.738		2.480.148
Enmalle						
Nasa						
Artes polivalentes fijos	14.164.110	1.498.304	1.578.491	1.052.327		18.293.232
Artes polivalentes						
SUBTOTAL	14.164.110	2.996.608	3.788.117	2.525.412		23.474.247
VALOR ACTIVIDAD	23.293.727	83.362.644	51.953.479	36.841.470	55.684.549	251.135.869

Hasta el momento se ha valorado la actividad de la pesca para las embarcaciones de menos de 24 m de eslora, tanto por su impacto en el PIB como el valor de las capturas en la economía de los pescadores. Los valores se han incorporado en la base de datos para cada una de las embarcaciones de acuerdo a su zona de pesca y su eslora.

La manera de incorporarse ha sido dividiendo esas rentas por el número de embarcaciones de acuerdo a su eslora y zona de pesca. Este valor corresponde aproximadamente a los ingresos brutos de la pesca. Si se

descuentan los gastos de mantenimiento, amortización, tripulaciones, seguros, etc...se obtendría la renta neta de la embarcación.

En esta tesis, dado que se va a estimar el nivel de seguridad vinculado a los ingresos de la pesca se quiere indicar que existe heterogeneidad en los ingresos y que los ingresos asignados a las embarcaciones en la base de datos deberían ser objeto de reajustes ya que éstos dependen de la riqueza de los caladeros. Las cuotas son asignadas por la Unión Europea cada año y, dependiendo del porcentaje asignado, los ingresos serán mayores o menores. Así aquellas embarcaciones que faenen en caladeros que tengan cuotas de pesca altas tendrían ingresos más altos. El problema, por tanto, es que los ingresos de la pesca dependen de múltiples factores y, como es lógico, de si la embarcación alcanza su cuota de capturas y el valor económico de éstas.

Para intentar alcanzar una mayor precisión en los ingresos de la embarcación por año se debería mejorar la tabla 3-7. Así por ejemplo un palangrero de altura de menos de 100 GT tiene una cuota asignada en el Atlántico Nordeste en la que se asignan unos coeficientes en función de la zona y la especie que va a capturar. Esta cuota no solamente ajustaría el nivel de ingresos sino que también da valor añadido a la embarcación.

No obstante a esto el doctorando no pudo desarrollar este trabajo para la base de datos y este aspecto de la mejora de conocimiento de los ingresos y por ende del valor de mercado de la embarcación, quedaría para estudios posteriores.

8. Estudio cuantitativo de la flota pesquera española de menos de 24 m de eslora

El valor de las embarcaciones de pesca depende de varios parámetros, destacando los siguientes: el valor de las capturas (la cuota a la que generalmente se tiene acceso, indicada en el apartado anterior), el valor de las toneladas de arqueo de esa embarcación y el valor en sí de la embarcación

En cuanto a las dos primeras la política de la UE potencia el desguace de las embarcaciones para poder reducir el esfuerzo pesquero [38]. En este sentido las embarcaciones de pesca tienen un valor de desguace por tonelada similar a las toneladas de arqueo que se deben adquirir, si es que se desea construir una nueva embarcación. Orientativamente se pueden utilizar los valores de la figura 3-9, pero el valor de estas toneladas de arqueo no es estable y depende del caladero y de la cuota asignada, tal y como se publica en las actualizaciones de los censos [39].

Figura 3-9: Valor orientativo de desguace de embarcaciones, similar las toneladas adquirir para construir una embarcación nueva.

En este sentido se entiende que las toneladas de arqueo y el valor de la cuota no se ven dañadas en caso de accidente o pérdida total de la embarcación, ya que es una cantidad económica de la que se dispondrá siempre, bien para recuperar el valor por tonelada en caso de pérdida o bien para construir una nueva. Por

Para poder calcular el valor de la embarcación se han utilizado los certificados de valoración como el de la figura 3-10, que se disponen en la base de datos de la Dirección General de la Marina Mercante, teniendo en cuenta que todas las embarcaciones de pesca tienen un certificado de este tipo. A la hora de llevar a cabo la valoración se ha de tener en cuenta varios factores

- Lo indicado en el certificado para las partidas de casco y máquinas, que se indica en las figuras 3-11 y 3-12.
- El estado de mantenimiento de la embarcación, que en este caso no se va a conocer, por lo que se aplicará un valor de 1 (coeficiente unitario). Se podrían hacer correlaciones entre los resultados de las inspecciones de seguridad de pesca y el valor de la embarcación teniendo en cuenta que una embarcación bien mantenida tendría menos deficiencias, no obstante no se va a tratar este punto en la tesis.
- La valoración de la embarcación a precio actual, que depende de varios factores, la depreciación por el tiempo transcurrido y un coeficiente de actualización por la depreciación [40] en el precio del dinero tal y como se indica en la figura 3-13.
- Los valores estimados en su día por las modificaciones habidas durante la vida del buque, corregidos por los coeficientes de depreciación y de actualización antes citados.

ESPAÑA España	Ministerio de Fomento Dirección General de la Marina Mercante			
CERTIFICADO DE VALORACIÓN				
Se da fe de la inspección que se practica en				
CERTIFICA:				
Que a tenor de lo contenido en las disposiciones legales, y a instancia de				
He practicado la inspección en la ciudad de				
1908				
NOMBRE DEL BUQUE	MATRÍCULA	PUERTO DE MATRÍCULA	ABOLTO	ARMADOS
Armador				
Comandante del				
y si no hay buque				
buqueque propusiere certificado por:				
Escriba	Firma	1.º asno	Firma	1.º asno
Resultando de la inspección en la ciudad de				
en				
en				
y al de su buque principal				
en				
en				
dando por lo tanto, como mejor parece en la presente de				
en				
Y para que conste, he puesto el presente Certificado en:				
en				

40

Figuras 3-11 y 3-12: Valoraciones de las embarcaciones en función de lo indicado en los certificados de valoración en función de la eslora y el arqueado

En este caso se ha decidido no examinar para cada embarcación sus certificados anteriores y así recoger las reformas en el histórico de la flota, es decir se utilizará solamente el último certificado de valoración de la embarcación. A la hora de tener en cuenta las modernizaciones se ha de considerar que también existen subvenciones para las mismas lo cual hace que la embarcación (al estar subvencionada) tenga un valor menor que el real o que el coste de la modernización sea más bajo de lo normal.

Figura 3-13. Coeficientes combinados y corrección actualización del dinero utilizado en función de la edad del buque [40].

Una vez modificada la base de datos añadiendo los parámetros de valoración (además de las horas, el valor de las capturas, etc...) es necesario proceder a su preparación y limpieza. En la preparación de la base de datos se ha procedido a:

- Eliminar aquellas embarcaciones que no estuviesen de alta en el periodo 2000 a 2013. Se hace notar que para cada año de estudio será necesario establecer una base de datos. Es decir se trabajarán con 13 censos de pesca distintos.
- Eliminar aquellas embarcaciones que contengan parámetros inconsistentes (valores negativos).
- Cruzar la base de datos del censo con la de la Dirección General de Marina Mercante para poder establecer la eslora L.
- Actualizar los valores de las embarcaciones.

Así se obtiene una base de datos con los resultados que se pueden ver en la figura 3-14. Para cada arqueo se puede comprobar el número de tripulantes totales empleados en España así como la suma de los valores de las embarcaciones.

Figura 3-14. Gráfica correspondiente a tablas dinámicas extraída de la base de datos

En el Anexo a este capítulo se representan otras gráficas interesantes por tipo de embarcación.

9. Conclusiones

En este capítulo se ha trabajado en el censo de la flota pesquera operativa y la base de datos de embarcaciones de la Dirección General de Marina Mercante con el objetivo de disponer de una base de datos que permita cuantificar el valor de la flota, las pérdidas diarias en caso de no poder salir a faenar y las horas que las tripulaciones están expuestas.

Es un trabajo meramente cuantitativo y de preparación de la base de datos que permitirá más tarde poner en valor los accidentes que se producen a bordo para poder establecer una medida del nivel de seguridad de la flota actual.

La base de datos contiene para cada embarcación, además de sus parámetros físicos y su zona de operación, el número de tripulantes para cada uno de las embarcaciones, una estimación de las jornadas de trabajo una estimación de las jornadas trabajadas por cada tripulante y embarcación, la duración de las jornadas laborales y finalmente los ingresos por embarcación y día. Este valor permitirá calcular las pérdidas

potenciales de vidas de la actividad ya que dependen del valor de la actividad pesquera así como el valor de las embarcaciones en caso de pérdida total.

También se ha calculado el valor de las embarcaciones teniendo en cuenta su edad y sus últimas valoraciones.

No obstante a los valores asignados a las embarcaciones en el censo de pesca se quiere indicar que el valor real de las capturas y el valor real de la embarcación están asignados a la cuota y zona de pesca asignada a la embarcación, por lo que este trabajo puede ser objeto de mejoras futuras. Esto se considera suficiente a los efectos de la tesis.

Capítulo 3. Anexo. Previsión de evolución de la flota pesquera española y Valoración de las embarcaciones

Las siguientes gráficas se han obtenido a partir de la base de datos incluyendo número de tripulantes y horas por tripulante y año a bordo.

En relación a la evolución de la flota pesquera la simulación de la evolución de la flota muestra lo siguiente la una previsión por medio un modelo autorregresivo integrado de medias móviles (ARIMA) con variables (1,1,1).

Para la flota de menos de 12 m de eslora L se obtiene la figura 3A-1.

Figura 3A-1

Para la flota desde 12 m de eslora L se obtiene la figura 3-A-2.

Figura 3A-2

A modo de ejemplo, para dar claridad, se puede simplificar las gráficas con los promedios y el tipo de arte.

Por ejemplo para el arrastre y arrastre por el fondo se obtiene la figura 3A-3:

Figura 3A-3

Para el palangre se obtiene la figura 3A-4.

Figura 3A-4

Para el cerco se obtiene la figura 3A-5.

Figura 3A-5

Una visión particular de cómo es la flota Gallega, agrupada por matrícula, que supone una parte importante de la flota nacional de menos de 24 m de eslora se obtiene por medio de la figura 3A-6.

Figura 3A-6

Que coincide bien en valores y perfil que la curva global. Ello da una idea del peso de Galicia en la pesca española.

4. EL RIESGO Y LOS ACCIDENTES EN EL ENTORNO MARÍTIMO.

Objetivo

Este capítulo pretende introducir el riesgo y los accidentes en el entorno marítimo desde un punto de vista general. También pretende dar una indicación de los accidentes en el entorno marítimo pesquero desde la seguridad de la vida humana en la mar para poner en contexto el análisis de riesgo que se va a llevar a cabo posteriormente.

1. Introducción

Los seres humanos son capaces de poder calcular el riesgo de manera casi natural a la vista de las amenazas y causas.

Este se determina gracias a la experiencia ganada en el tiempo y aprendiendo de los estudios derivados de los siniestros en los que se intenta encontrar la causa raíz. Aun así muchas veces no se puede analizar en detalle porqué se ha desencadenado un incidente que dé lugar a consecuencias tales como la pérdida de vidas humanas.

Algunas veces se asume ese riesgo a sabiendas de que es casi inevitable que exista, esto es, que se pierdan vidas humanas, medios materiales o se produzcan heridos tal y como lo hacen las Compañías Aseguradoras.

Otras veces el excesivo riesgo que llevó al desencadenamiento de un siniestro con consecuencias en términos de fallecimientos o pérdidas económicas se traduce, de manera “casi-automática”, en desarrollar normativa “prescriptiva”. Crear una norma no siempre es la mejor solución, dado que se puede tender a “sobre legislar” o a actuar puntualmente creando desconcierto, sin evaluar sólidamente las consecuencias, a la vista de las amenazas y causas.

En el caso de una Administración Marítima el estar dentro de los márgenes de riesgo aceptable no es el único objetivo, sino el de poder reducir éstos. Para ello se deben cuantificar de alguna forma. En este sentido una de las acciones que se debe llevar a cabo para prevenir accidentes en embarcaciones de pesca es la del estudio sistemático de las amenazas asociadas, al objeto de llevar a cabo medidas que mejoren la seguridad de las mismas.

El riesgo de las amenazas que desencadenan incidentes en cualquier actividad y en concreto la pesquera se puede cuantificar de acuerdo a la siguiente ecuación [25]:

$$R = \sum_i \sum_j p_{ij} \cdot c_{ij}$$

Donde:

R, es el riesgo total.

i, es el número de escenarios que pueden dar lugar a una consecuencia o un efecto.

j, es el número de fases que acontecen después de incidente (evento desencadenante, mitigación, evacuación y rescate).

c_{ij} es la medida de la consecuencia, el efecto, para el escenario que se considere

p_{ij} es la probabilidad o frecuencia de la consecuencia relevante *c_{ij}* para cada uno de los escenarios y fases del accidente.

Resolviendo esta ecuación se podría calcular directamente el riesgo para un barco de pesca por medio de la cuantificación de los accidentes (la probabilidad de que suceda) y de sus consecuencias.

Sin desarrollar esta ecuación esta tesis planteará el uso de metodologías para valorar el riesgo en la pesca y poderlo reducir hasta un nivel aceptable dentro de un nivel de seguridad que se calcularía teniendo en cuenta el contexto económico de la pesca en la sociedad española.

2. Riesgo individual/Riesgo Colectivo

La realidad de los accidentes laborales y marítimos en el sector pone el acento en las condiciones de vida y trabajo en las que se desenvuelve esta actividad. La siniestralidad en la pesca marítima, ha sido tradicionalmente muy alta, por lo que se considera una actividad peligrosa.

Como ya se ha indicado en el capítulo 2 un aspecto esencial a tener en cuenta es la cultura de seguridad. Cuando es escasa los pescadores se exponen a riesgos sobre los que ejercen un control escaso o nulo. En este caso es normal que las autoridades pertinentes impongan un cierto control en su favor, pero para ello es necesario establecer un criterio de aceptación del riesgo.

Los criterios para la aceptación de esos riesgos se elaboran con el específico propósito de controlar "riesgos involuntarios". Para estos criterios el nivel apropiado estaría considerablemente por debajo del total de riesgos por accidente que se experimentan en la vida diaria, pero puede resultar similar a los riesgos que provienen de otras fuentes de riesgo involuntario y que se consideran aceptables. En general la tasa de mortalidad anual límite aceptable debida a causas diversas en el periodo de una vida viene a ser de 10^{-3} en los países Miembros de la OCDE. Con ello numerosas autoridades reguladoras, como las del Reino Unido utilizan este parámetro como límite de lo inadmisible.

Con frecuencia, los criterios de riesgo individual para las actividades peligrosas se fijan utilizando como modelo los niveles de riesgo que han sido aceptados en otros sectores. Así a la hora de medir el riesgo en las embarcaciones de pesca y en particular para los pescadores que faenan en ellas es preferible trabajar con parámetros de riesgos individuales, que tienen en cuenta la exposición al peligro.

Esto presupone adoptar el razonamiento de que la aceptabilidad de los riesgos individuales es similar para todo tipo de actividad en la que la persona expuesta a riesgo tiene un control escaso o nulo sobre la seguridad. Así, para la tripulación de un pesquero, los criterios objetivos de riesgo podrían ser similares a los empleados en otras actividades con base en tierra. De ello se deduce que los criterios para la aceptación de los riesgos que han sido elaborados en otros sectores pueden aplicarse a la navegación tal como se verá más adelante.

Para el riesgo individual existen diversos métodos que podrían aplicarse para determinar el límite del riesgo aceptable.

Así los criterios para los riesgos individuales pueden formularse de la manera siguiente, basándose en los criterios publicados por Health & Safety Executive en el Reino Unido [41]:

- Riesgo máximo aceptable para tripulantes 10^{-3} anual
- Riesgo máximo aceptable para pasajeros 10^{-4} anual
- Riesgo máximo aceptable para población en tierra 10^{-4} anual
- Riesgo despreciable 10^{-6} anual

que no son excesivamente estrictos. Si bien no es esencial que los riesgos se sitúen por debajo de estos objetivos, si se incumplen habría que considerar medidas de reducción de los riesgos.

Esto significa que podrían fijarse criterios estableciendo comparaciones con otros sectores con peligros naturales. En general para la tripulación es posible obtener un criterio para la aceptación de los riesgos de

10^{-3} por año de vida útil del buque, estableciendo comparaciones con otros peligros. Por el contrario para los pasajeros suele utilizarse un criterio aún más estricto, ya que están menos informados acerca de los riesgos y tienen menos control. Un criterio de riesgo despreciable o "generalmente aceptable" de 10^{-6} deberá considerarse un porcentaje muy pequeño, que representa un nivel de riesgo insignificante para un individuo (si solo estuviera expuesto a dichos riesgos, un individuo podría llegar a vivir cerca de un millón de años).

Teniendo esto en cuenta en el entorno marítimo en el diseño de embarcaciones se podrían fijar nuevos valores objetivos para buques nuevos más exigentes y que podrían expresarse de la manera siguiente:

- riesgo individual para tripulantes 10^{-4} anual
- riesgo individual para pasajeros 10^{-5} anual
- riesgo individual para población en tierra 10^{-5} anual

Más adelante se podrá comprobar, a la vista de la base de datos de accidentes de la que se dispone, si el riesgo individual de los pescadores se encuentra dentro de esos parámetros [42].

El riesgo colectivo es el riesgo medio, en cuanto a número de muertes, que presenta un grupo de personas (por ejemplo, tripulantes, empleados de puerto o la sociedad en general) que está expuesto a una situación de accidente. A la hora de calcular el riesgo colectivo se debe tener en cuenta que corresponde a actividades en las que intervienen muchas personas, cual es el caso de la pesca.

En lo que se refiere al riesgo colectivo o riesgos sociales la base no es tan clara. De acuerdo a Svein Kristiansen [42] ciertos analistas de riesgos consideran la aversión a los riesgos frente a accidentes importantes como uno de los "factores de conversión del riesgo" que representan el "riesgo percibido" dividido por "riesgo real". El riesgo percibido hace, por ejemplo, que se tolere mejor un accidente con un número elevado de víctimas ante los beneficios globales en el transporte aéreo porque las sociedades están dispuestas a aceptar riesgos derivados de las actividades tecnológicas debido a los beneficios que reportan (por ejemplo volar en avión distancias largas en corto tiempo). Sin embargo en el caso de la pesca de menos de 24 m de eslora los riesgos son distintos que en un buque o avión de pasaje. En la pesca la probabilidad de un accidente con el resultado de un número pequeño de muertes es mucho más alta que la de un accidente con un número elevado, pero esto no significa que un accidente sea menos aceptable que el otro, y es porque el criterio de riesgo que se asigna a cada uno es distinto. Por ello a la hora de tener en cuenta lo que pasa con la pesca se debe tener en cuenta los beneficios que reporta a la sociedad en su conjunto y por ello es necesario también considerar el riesgo colectivo.

El problema es que, en contraste con el riesgo individual, el riesgo colectivo no se puede aplicar indistintamente de una industria a otra de manera indiscriminada dado que los beneficios de las industrias son distintos entre sí. Esto hace que no sean comparables y ha resultado en general una tendencia a apartarse del riesgo colectivo.

Frente a las actividades industriales en su conjunto en el mundo marítimo el riesgo colectivo considera de una manera consistente el valor colectivo y es por ello que se encuentra más avanzado que en otras industrias, pero dado que no es sencillo de manejar es mejor considerarlo de un modo conservador, esto es si fuese excesivo indicaría oportunidades de reducción del riesgo, pero no se debe considerar que demuestre de manera tajante que los riesgos son inaceptables.

Uno de los aspectos que se van a dejar de lado en la tesis es cómo se debe considerar la necesidad de limitar el riesgo colectivo en una comunidad pesquera: bien sea un puerto, una ciudad o una región. A la vista de los accidentes y fallecimientos que suceden en una comunidad como Galicia para la que la pesca supone el 2,1% del PIB, es decir 10 veces más que para el conjunto español, está claro que el riesgo colectivo se debe considerar y muy probablemente con un impacto más grande que en el país (que es el objetivo de la tesis).

Finalmente indicar que son muchas las autoridades reguladoras que utilizan los criterios para la aceptación de los riesgos colectivos, y su número va en aumento, pero este no es el caso español por el momento, en el que el uso de herramientas de análisis de riesgos se ha utilizado de manera muy aislada en el ámbito marítimo [43], [44]. Una de las razones sería que se observan dificultades debido a la falta de coherencia de criterios, lo cual generaría desconfianza o resultados dispares.

En esta tesis se procederá a calcular para los tripulantes el riesgo individual y para las embarcaciones el riesgo colectivo.

3. Los accidentes en el entorno marítimo-pesquero

Los informes de accidentes presentan una información muy valiosa que no obstante es necesario analizar y procesar para poder trabajar con varios accidentes de manera simultánea, y poder obtener frecuencias que permitan estimar probabilidades.

El riesgo de accidentes a bordo es inherente a la naturaleza de las operaciones de pesca. En general, de las conclusiones en las investigaciones de accidentes [45] se puede destacar que:

- La caída al mar o la desaparición en el mar sigue siendo una causa importante de muerte de los pescadores [46].
- Muchas veces las víctimas pierden la vida por inmersión o hipotermia [47].
- Más de la mitad de las víctimas mortales tiene por causa el hundimiento de las embarcaciones;
- Casi todas las lesiones mortales registradas a bordo de embarcaciones pequeñas (menos de 20 toneladas de registro bruto) se producen durante los meses de invierno, en condiciones de tiempo desfavorable, aunque los accidentes se mantienen constantes con la frecuencia.
- En los informes de investigación de accidentes se señalan circunstancias como el exceso de carga, las modificaciones inadecuadas de la estructura y superestructuras de la embarcación y, en el caso de los buques más pequeños, su utilización por encima de su capacidad de carga.
- Las lesiones mortales registradas en buques de más de 20 toneladas de registro bruto se deben, además de lo indicado en el apartado anterior, a la falta de funcionamiento de algunas medidas de seguridad. Pero generalmente muchos accidentes ocurren por causas desconocidas.

Ciñéndose pues al estudio de los accidentes marítimos en los barcos de pesca se debe distinguir entonces entre la siguiente tipología:

- Accidentes del buque que tienen como consecuencia la pérdida de vidas humanas así como la pérdida económica o el daño al medio ambiente marino.
- Fallos de sistema o mala operación que tienen como consecuencia fundamental la pérdida económica y el daño al medio ambiente marino.

Por «accidentes a bordo» a los efectos de la tesis no se entienden aquellos en que resulta lesionado o pierde la vida un pescador sin que se produzca pérdida o daño de las embarcaciones ya que es en ellos donde radica la mayor parte del conocimiento. Es decir la tesis excluirá los accidentes laborales.

También en el caso de la actividad pesquera de menos de 24 m de eslora se deben tener en cuenta una serie de particularidades:

- Son barcos pequeños o relativamente pequeños con elementos críticos tales como maquinillas y aberturas (escotillas).
- Operan en condiciones duras de la mar, particularmente las embarcaciones desde 12 m de eslora L.
- En el caso de operar en aguas próximas a la costa existen riesgos altos de varada y de encuentros con olas de gran pendiente.
- En algunos casos son operaciones llevadas a cabo por una sola persona o por pocas en un solo buque, lo cual contribuye a aumentar la vulnerabilidad.

- La progresión de un daño o inundación es alta.
- Otras asociadas al estándar de construcción de barcos de pesca.

4. Conclusiones

A la hora de determinar el riesgo es conveniente el uso de parámetros individuales y colectivos. Los individuales trabajan en base a la exposición. Los colectivos trabajan en base a los aspectos económicos. Para el caso de las embarcaciones de pesca se trabajará en riesgos reales, no en riesgos percibidos y no se utilizarán factores de conversión del riesgo.

A la vista de los valores indicados en otros países de la OCDE se entenderá que el riesgo individual es intolerable cuando se encuentre por encima de 10^{-3} e insignificante por debajo de 10^{-6} .

Es necesario agrupar los accidentes y determinar indicadores de riesgo individual y colectivo que permitan determinar los tipos de sucesos con mayores siniestralidades para poder determinar posibles medidas de control del riesgo.

De los informes de accidentes se obtienen conclusiones útiles pero es necesario agrupar los accidentes para poder obtener frecuencias y con ello probabilidades, es decir es necesario llevar a cabo análisis cuantitativos.

5. ENTORNO NORMATIVO ACTUAL EN MATERIA DE SEGURIDAD. HACIA UN VÍNCULO CON LA SOSTENIBILIDAD.

Objetivo

El objetivo de este capítulo es familiarizarse con el tratamiento de la seguridad marítima en el entorno normativo aplicable a las embarcaciones de pesca. Esto determina en cierto modo cómo la Administración establece medidas que marcan el nivel de seguridad mínimo actual como resultado de los accidentes en el contexto español. Para ello se tendrá en cuenta los diferentes Organismos que regulan en España la seguridad de la vida humana en la mar de los pescadores y su conexión con el recurso.

1. Introducción

El sector pesquero español es un sector complejo y condicionado por la especial sensibilidad del mundo de la pesca en algunas comunidades autónomas y en ciertas áreas de España, pero fuertemente regulado.

Figura 5-1. DVD Curso sobre conceptos de estabilidad en pesqueros para pescadores en el que el doctorando aportó las explicaciones técnicas de referencia

En materia de seguridad marítima, la competencia en las embarcaciones de pesca corresponde al Ministerio de Fomento, mientras que en lo relativo al recurso las competencias corresponden al Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. La higiene en el trabajo y la salud de los trabajadores corresponde al Ministerio de Seguridad Social.

Esta división tiene ventajas e inconvenientes. Dada la complejidad de la relación entre el sector de la pesca y la parte de la Administración que gestionan el recurso el doctorando considera que es positivo mantenerlo separado. En el caso español se puede considerar que es una ventaja, a la vista de las dificultades de implantación de normativa de seguridad en otros países, en los que las competencias dependen de un solo Órgano, el equivalente a un Ministerio de Pesca [16], [17]. Por el contrario, la división de competencias obliga a una gran coordinación interministerial, ya que de no ser así se pierde la visión del conjunto de la embarcación de pesca, lo cual es un obstáculo para considerar las embarcaciones desde el punto de vista holístico.

A la hora de incluir las embarcaciones de pesca dentro de un marco normativo se repasará la reglamentación de seguridad de las embarcaciones de pesca y se hará una mención especial a la pesca no declarada no regulada y no reglamentada.

2. Normativa internacional. OMI/FAO/ILO

Desde el periodo 2000 hasta la actualidad la Organización Marítima Internacional ha desarrollado normativa de seguridad, principalmente centrada en los buques desde 24 m de eslora en adelante. No obstante en relación con las embarcaciones de pesca de menos de 24 m de eslora, la OMI ha desarrollado los siguientes Códigos y Directrices:

- Recomendaciones FAO/OMI de seguridad para pesqueros con cubierta de menos de 12 m de eslora y pesqueros sin cubierta⁷, y aprobadas en 2009 [26].
- Directrices de Aplicación voluntaria para el proyecto, la construcción y el equipo de buques pesqueros pequeños, 2005 de la OMI [27].
- Directrices de Implantación de la Parte B del Código [48], las directrices voluntarias¹ y las recomendaciones de seguridad de IMO/FAO/ILO en materia de implantación de reglamentación incluyendo seguridad.

En relación otros países del entorno se quiere destacar como referencia principal que el reglamento de la Administración Británica MCA MSN 1770 (F) “The code of safe working practice for the construction and use of 15 metre length overall to less than 24 metre registered length fishing vessels” [49] y el “Nordic Boat Standard for Commercial Boats less than 15 metres (1990)” [50]. También destacan múltiples guías como las de Seafish [51] para materiales distintos del acero.

3. Normativa española y Comunitaria sobre seguridad de los buques de pesca menores de 24 m de eslora

La normativa española sobre seguridad marítima en el mundo de la pesca es muy variada. A la hora de poder entender bien cuál es el nivel de seguridad actual es necesario familiarizarse con la normativa actual vigente en Europa y en España.

3.1.- Normativa Comunitaria.

En general se puede decir que la normativa europea aplicable a las embarcaciones de menos de 24 m de eslora en materia de seguridad de la vida humana en la mar es escasa o inexistente. Dejando de un lado los aspectos de formación bajo el RD 36/2014 de 24 de enero, de trasposición del Convenio STCW-F, las directivas que regulan la seguridad son las siguientes.

- Reglamento CEE 1381/1987 de 20 de Mayo sobre normas concretas de señalización y documentación de los barcos de pesca [52].
- Directiva 93/103/CE del Consejo, de 23 de noviembre de 1993, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo a bordo de los buques de pesca [53].
- Directiva 2002/59/CE relativa al establecimiento de un sistema comunitario de seguimiento y de información sobre el tráfico marítimo modificada por la Directiva 2009/17/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009 [54].

La Directiva 93/103/CE es amplia y genérica y abarca varios aspectos del buque tanto de prevención de riesgos como de seguridad de la vida humana en la mar. En materia de seguridad marítima se tradujo en la implantación de máquinas desatendidas e instalación de equipos de seguridad contraincendios para los

⁷ desarrolladas en parte por el doctorando como delegado en la OMI

buques nuevos desde 15 m de eslora L y los existentes desde 18 m. Esta norma es muy interesante por trascender a la seguridad marítima.

En lo que respecta a la Directiva 2002/59/CE modificada se destaca la implantación de Sistemas de identificación Automática (SIA) en las embarcaciones desde 15 m de eslora total.

No obstante, a nivel de la UE se ha considerado complejo legislar para embarcaciones menores de 24 m⁸ mientras que si se ha conseguido para las de una eslora igual o mayor a 24 m por medio de la Implantación del Protocolo de Torremolinos de 1993 [55],[56]. La legislación más reciente indica que en Europa el futuro de la seguridad marítima va más orientado a las medidas de seguimiento y control (p.ej. SIA), siempre que los medios disponibles se adapten para ese uso.

3.2- Legislación Nacional.

Es importante indicar que la normativa nacional se divide en Reales Decretos, Órdenes Ministeriales, Resoluciones y Reglamentos y que las directivas europeas antes mencionadas son traspuestas como reales decretos.

La normativa marítima de seguridad vigente en las embarcaciones de pesca va desde los años 40 hasta la actualidad. Esta normativa abarcaba, hasta el año 2007, aspectos relativos a estabilidad, francobordo y medios de salvamento.

En materia de seguridad marítima esta normativa se ha agrupado en dos etapas:

Con anterioridad a 1977.

- Orden de 17 de Noviembre de 1947 sobre francobordo, aplicable a los pesqueros construidos hasta el año 2008.
- Orden de 9 de Julio de 1970 sobre normas de estabilidad de buques pesqueros, que implanta resoluciones de la OMI.
- Decreto 3384/1971, de 29 de octubre, que aprueba el reglamento de reconocimiento de buques y embarcaciones mercantes que regulaba las inspecciones a las embarcaciones de pesca.

Periodo 1977 hasta 2007.

- Orden de 10 de julio de 1983 sobre Normas complementarias, que regula la seguridad contra incendios, salvamento en los pesqueros construidos hasta el año 2008.
- Real Decreto 1442/1993 de 5 de Noviembre por el que se aprueba el reglamento de instalaciones de protección de incendios.
- Real Decreto 1216/1997 del 18 de Julio por el que se establecen las medidas de seguridad y salud en el trabajo a bordo de los buques de pesca, que traspone la Directiva 93/103/CE del Consejo [53].
- Real Decreto 1696/2012, de 21 de diciembre, por el que se modifica la definición contenida en el apartado 6 del artículo 2 del Real Decreto 1216/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo a bordo de los buques de pesca.
- Real Decreto 1185/2006 de 16 de Octubre por el que se aprueba el reglamento por el que se regulan las radiocomunicaciones marítimas a bordo de los buques civiles españoles [6].

Desde el año 2007 hasta la actualidad.

- Real Decreto 543/2007 del 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 m de eslora L [7].

⁸ Aunque se intentó por parte de España durante la presidencia de turno de la Unión Europea en 2010

- Ley 9/2007 de 22 de junio sobre regularización y actualización de inscripciones de embarcaciones pesqueras en el registro de buques y en el censo de la flota pesquera [8].
- Real Decreto 1081/2012 de 13 de julio por el que se establece el procedimiento de regularización de buques pesqueros [57].
- Real Decreto 963/2013, de 5 de diciembre, por el que se fijan las tripulaciones mínimas de seguridad de los buques de pesca y auxiliares de pesca y se regula el procedimiento para su asignación [58].

Por otro lado al legislar, dado que la normativa nacional no consigue alcanzar el grado de precisión deseado para la poder implantar las medidas a bordo y al objeto de evitar ambigüedades, se adoptaron otras circulares o instrucciones de servicio y estándares aplicables a estas embarcaciones que figuran en el Anexo a este capítulo y que serán tenidas en cuenta a lo largo de la tesis.

Todo esto supone un entramado de normativa, aclaraciones e instrumentos que principalmente obedecen al tradicional principio de acción reacción sin conocer cuantitativamente si toda esta normativa ha sido efectiva. Tampoco se quiere dejar de mencionar las referencias al uso de los reglamentos de las Sociedades de clasificación y, en particular, los reglamentos de cálculo de estructuras.

De todas estas destaca en importancia el Real Decreto 1185/2006 [6] y el Real decreto (RD) 543/2007 de 27 de abril [7] en la determinación del nivel de seguridad. Este último tuvo la intención de ser un instrumento, a modo de Código, consolidado y actualizado, aplicable principalmente a embarcaciones nuevas e incluyendo obras de reforma de las existentes. Contiene medidas aplicables a embarcaciones nuevas de gran calado como disponer de cubiertas completas, protección estructural contraincendios, criterios de estabilidad nuevos, etcétera. Adicionalmente contiene medidas relevantes aplicables a todas las embarcaciones que se indican a continuación, por tener también un alto impacto:

...

“a) Deberán cumplir lo dispuesto en el anexo VI, sobre dispositivos de salvamento y protección de la tripulación, previamente a la sustitución del certificado de navegabilidad por el de conformidad de acuerdo con lo previsto en el apartado 3 del artículo 18.

b) Con carácter previo al primer reconocimiento reglamentario que se efectúe con posterioridad a la entrada en vigor de este real decreto, deberán cumplir con las prescripciones siguientes.

1.ª Con las obligaciones a que se refieren los epígrafes 2 (Aparatos náuticos); 3 (Instrumentos y publicaciones náuticas), y 4 (Luces, marcas y señales acústicas) del anexo VII.

2.ª Con la parte A (Prevención de la contaminación por hidrocarburos) y la parte B (Prevención de la contaminación por las basuras de los buques) del anexo VIII.

3.ª Con el epígrafe 12 (Descarga de aguas sucias) de la parte C del anexo VIII.

4.ª Con la parte D (Prevención de la contaminación atmosférica causada por las emisiones de óxidos de nitrógeno de los escapes de los motores diésel) del anexo VIII, cuando los motores de los buques superen los límites de potencia que establece el epígrafe 13. a, 1.º y 2.º) de dicho anexo. “

A los efectos de la tesis solamente interesa las medidas relativas a la seguridad marítima, por lo tanto implica cumplir con el epígrafe a) y el b)1) anterior Esto supone:

- Balsas salvavidas en pesca local (salvo exención). A la vista de la implantación del RD esta medida solamente se implantó en términos generales para las embarcaciones que se alejasen más de tres millas de la costa, con las exenciones puntuales en base a lo cual se establece el número de balsas que se tuvieron que adquirir.
- Incremento de las balsas salvavidas en pesca litoral hasta el 200% (reducible al 150% en caso de fácil transferencia).
- Chalecos salvavidas inflables si se realizan trabajos en cubierta, lo cual supone aumentar el número de chalecos introduciendo chalecos de trabajo inflables. No obstante en pesca local se puede aceptar un inflable que cumpla con ISO.
- Plano de dispositivos de salvamento en embarcaciones de más de 12 m de eslora L.

- Cumplimiento con los Aparatos náuticos; Instrumentos y publicaciones náuticas y luces, marcas y señales acústicas.

No obstante además de la aplicación de estos dos reales decretos la entrada en vigor de la Ley 9/2007 de 22 de junio, sobre regularización y actualización de inscripciones de embarcaciones pesqueras en el Registro de Buques y Empresas Navieras y en el Censo de la Flota Pesquera Operativa (vigente hasta el 31 de Julio de 2015) [8], hizo que se implantase más rápidamente el cumplimiento de las embarcaciones de pesca con el RD 543/2007. Esto supuso la implantación de medidas estructurales a 1.417 embarcaciones.

A la hora de interpretar esta ley por parte de la Dirección General de Marina Mercante las embarcaciones a regularizar se consideraron embarcaciones nuevas o existentes en función de su diferencia de tamaño con respecto a la embarcación original. Si la eslora actual superaba en un 20% a la eslora (en general la eslora entre perpendiculares) o un 15% la manga o un 15% el puntal de trazado con respecto de la hoja de asiento original se aplicaría el RD 543/2007 como embarcación nueva. Esto aceleró la implantación del RD de manera esencial en embarcaciones menores, pero supuso un coste para el armador, coste que va asociado a la implantación de las medidas de seguridad que suponen el cumplimiento del RD en su totalidad.

4. Normativa sobre Pesca Ilegal, No declarada y No reglamentada. La conexión con la seguridad

La pesca ilegal no declarada y no reglamentada está profusamente tratada por la FAO [59]. En esta Organización se han adoptado varios instrumentos, como el Código de Conducta para las Industrias Pesqueras Responsables y el Acuerdo de Medidas para el Estado Rector del Puerto para evitar, prevenir y eliminar la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (PSMA) [60], este último de entrada en vigor en junio de 2016. Todo lo anterior encaja dentro de marco de los objetivos de desarrollo sostenible de Naciones Unidas para el 2030, en particular el objetivo 2 “hambre cero” y el 14 sobre “vida submarina”.

En Europa la legislación sobre la gestión del recurso está fuertemente marcada por la política pesquera común (PPC) [61], tomando como base la Convemar y los Instrumentos de la FAO. Así la Unión Europea lidera la aplicación de los principios de sostenibilidad de los recursos pesqueros que se impulsa a través de diversos reglamentos, que en España están acompañados por legislación nacional. Contiene también mecanismos de carácter sancionador regulados por reglamento Europeo [62], [63].

Uno de los aspectos a destacar es la relación entre la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada y la seguridad. Este aspecto se hace evidente al poder examinar las embarcaciones detenidas, tanto a nivel nacional como a nivel internacional. Para estos casos existe una relación entre el estándar de la embarcación y su actividad pesquera. Es por ello que en base a un enfoque holístico se debería establecer un vínculo integrador que pueda conectar la gestión responsable del recurso pesquero con la seguridad en línea con la responsabilidad social y ambiental emanada de la suma de medidas medioambientales, del control de la pesca y de la seguridad implantadas en España, como se apuntó en el capítulo 1.

A nivel europeo la PPC tienen aplicación directa en la embarcación por ejemplo, entre otras medidas aplicadas, en Europa el Control, Seguimiento y Vigilancia - *Monitoring, Control and Surveillance* -(MCS). Esta permite el seguimiento de las embarcaciones de pesca de manera remota con la consiguiente extracción de conocimiento de la actividad y mejor gestión de los riesgos para los pescadores a la vez que se controla el recurso pesquero. Recientemente, derivado del último paquete Erika de la Unión Europea, se incluyó la necesidad de equipar a las embarcaciones desde 15 m de eslora total como se indicó en el apartado 3.1, siendo una medida que mezcla la seguridad marítima con el control pesquero.

Un enfoque holístico debe unir esos elementos de una manera más global y es una tesis del doctorando que la normativa nacional debería evolucionar en esa línea, aprovechando la entrada en vigor del PSMA y la PPC. Así la cultura de seguridad se uniría con la cultura de sostenibilidad.

Sin embargo lo que trasciende desde la Unión Europea y de los foros internacionales es que el recurso prima frente a la seguridad, dejando ésta a los países individuales.

Con todo esto se quiere incidir de nuevo en las ventajas que suponen la lucha contra la pesca ilegal no declarada y no reglamentada y los estándares de seguridad de manera coordinada. Así se podría por ejemplo cruzar bases de datos de embarcaciones con múltiples deficiencias en inspecciones y aquellas que hayan tenido infracciones por pesca ilegal, para poder trabajar dentro del régimen del Estado Rector del Puerto de manera solidaria a utilizando por ejemplo los “motivos fundados”. No obstante no es el objetivo de esta tesis por lo que se decide dejar esto para otras vías de exploración, manteniéndose la tesis de que la seguridad mantenga un enfoque holístico que permita posteriormente su integración.

5. Análisis de la normativa nacional

Dejando de lado por el momento el apartado anterior, una vez comparada la normativa nacional con la normativa de la OMI y con la normativa de otros países en materia de seguridad se puede decir que el nivel de detalle proporcionado por ésta es comparable. Todas las normas de seguridad de los buques de pesca se inspiran en normativa internacional de la OMI introduciendo elementos particulares por el tipo de embarcación. Es decir, desde el punto de vista documental, la norma estaría bien sustentada. Sin embargo las tendencias normativas van hacia aspectos más holísticos y flexibles con normativa sustentada en análisis de los riesgos. La normativa nacional carece de esto.

Es por ello que el doctorando también considera que es necesaria una metodología para poder evaluar el riesgo y establecer una medida del mismo para evaluar hasta qué punto la normativa es realmente efectiva y poder comenzar el desarrollo de un marco reglamentario a largo plazo.

También se puede argumentar que en España, la normativa de seguridad necesita mejorar en cuanto a la justificación por medio de políticas o de desarrollos reglamentarios en relación a cómo se actúa en la causa raíz de los accidentes y cuanto se mitiga el riesgo.

A modo de ejemplo, en relación con el RD 543/2007 la implantación de normativa relativa a francobordos incrementados se ha hecho posiblemente siguiendo la normativa británica [49] o el aplicar de nuevos criterios de estabilidad para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora suponen cambios importantes. El doctorando desconoce a priori cuánto se reducen los accidentes merced a estos cambios y no consiguió encontrar una justificación a la introducción de esas nuevas medidas. En definitiva se desconoce si se mitigan causas de los accidentes, cuál es la disminución del riesgo esperada con la introducción de estas medidas y cuál es la medida de la exposición al riesgo.

Por el contrario los barcos de pesca se diseñan hoy en día en función del arqueo de que dispone el armador, siendo una limitación el hecho de que no se pueden variar las que se denominan como GT's bajo cubierta principal (realmente volúmenes), con potenciales efectos perversos [64]. Dado que las embarcaciones de pesca operan al límite en cuanto a los márgenes de estabilidad del RD 543/2007 se conoce el riesgo real al que está sometido la operativa, es decir si se tiene medido ese riesgo y por ende cuál es su medida.

Otro ejemplo sería la consistencia en cuanto a los conocimientos sobre estabilidad de los patrones, el uso de los márgenes de seguridad de los que se disponen en las embarcaciones y la formación en esos aspectos técnicos particulares. No se conoce cuanto varía el riesgo, incluso de manera estimada, si los patrones entienden el contenido de manuales, como el libro de estabilidad.

Todo lo anterior lleva a que dentro del marco de referencia en el que se lleva a cabo el diseño de los buques existen problemas que conducen a la necesidad de disponer de un enfoque más justificado: la embarcación debe tener capacidad de carga con francobordo elevado con volumen y potencias tasadas, que son limitadas por la forma en la que se plantea el esfuerzo pesquero, la embarcación debe ser una herramienta segura y las tripulaciones deben estar mejor formadas. Sin embargo estos tres parámetros son compatibles pero a veces se penalizan entre sí con lo cual el óptimo no satisface a las partes, de ahí la necesidad de un nuevo enfoque.

6. Uso reglamentario del parámetro eslora

En materia de pesca las embarcaciones se dividen en función del arte asignado, dividido en: artes menores, arrastre, cerco, palangre, redes de enmalle, artes fijas y sin tipo asignado, donde tradicionalmente se dividen por esloras: hasta 10 m, 10 m a 12 m, 12 m a 15 m, 15 m a 18 m, de 18 m a 24 m y en adelante, considerando la eslora total por debajo de 15 m y por encima la eslora de arqueado de 1969 (casi similar a la eslora del Convenio de Líneas de Carga).

En materia de seguridad en España dentro del RD 543/2007 las embarcaciones de pesca se subdividen por esloras L de Convenio de Francobordo de la manera siguiente: embarcaciones de menos de 7,5 m de eslora L , embarcaciones entre 7,5 m y 12 m de eslora, entre 12 y 15 m, entre 15 y 18 m y entre 18 y 24 m.

Dado que la normativa española de las embarcaciones de pesca se ha determinado por esloras y zonas de operación a lo largo de la tesis, además de lo indicado en el capítulo 1, se confirma que se va a mantener la eslora L como parámetro esencial. Cuando no se disponga de la eslora L y la embarcación sea menor de 15 m de eslora se procederá a multiplicar su eslora total por 0,8 para obtener una aproximación de eslora L .

En materia de seguridad de embarcaciones de pesca, que es el objetivo de la tesis, las embarcaciones también se dividen en: embarcaciones de pesca local, que son las que ejercen su actividad sin alejarse de la costa más de 10 millas; embarcaciones de pesca litoral, que son las que ejercen su actividad dentro de la zona comprendida entre el litoral y la línea de 60 millas paralela al mismo y entre los paralelos 52° N y 20° N, buques y embarcaciones de pesca de altura, que son los que ejercen su actividad fuera de la expresada línea de 60 millas y en la zona comprendida entre los paralelos 60° N y 35° S y los meridianos 52° E y 20° O y buques y embarcaciones de pesca de gran altura, que son los que ejercen su actividad sin limitación de mares ni distancias a la costa fuera de las zonas comprendidas anteriormente. Sin embargo la base datos de la que se dispone, en el momento de elaboración de la tesis, no incorpora las áreas de operación por lo que se va a introducir a una simplificación teniendo en cuenta el análisis de los certificados de conformidad y navegabilidad de las embarcaciones de pesca con los resultados indicados en la tabla 5-1.

Tabla 5-1 Distribución de embarcaciones de pesca por eslora y distancia a la costa

	Pesca Local	Pesca Litoral	Pesca de Altura	Pesca de Gran altura
$L < 7,5$ m	2985	125	0	0
$7,5 \text{ m} \leq L < 12$ m	2557	3480	0	0
$12 \text{ m} \leq L < 15$ m	87	1043	97	0
$15 \text{ m} \leq L < 18$ m	0	245	491	81
$18 \text{ m} \leq L < 24$ m	0	153	1072	306

En ella se puede comprobar que en general las embarcaciones de menos de 7,5 m de eslora son de pesca local, principalmente. Las embarcaciones en el tramo superior se dividen pero en general las embarcaciones de litoral son aquellas con esloras L cercanas a los 12 m, que incluiría a la pesca de bajura tal y como se divide en el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medioambiente. Las embarcaciones entre 12 y 15 m son principalmente de litoral y las embarcaciones entre 15 y 18 m de litoral y altura, siendo en el tramo superior principalmente de altura.

7. Conclusiones

Las medidas destinadas a incrementar la seguridad están con frecuencia fragmentadas, por responder a un número estadísticamente pequeño de accidentes, y podría ser posible que tales medidas no constituyan el modo más eficaz de mejorar el nivel de seguridad del buque.

La norma actual de seguridad establecida por la legislación nacional no garantiza totalmente la seguridad en todas las circunstancias. No obstante, se estima que dicha norma proporciona un nivel de seguridad que se ajusta de manera razonable al nivel aceptable en el sector teniendo en cuenta que parte de legislación internacional. A pesar de esto las limitaciones en la normativa relativas al uso del recurso pesquero tiene el potencial de producir distorsiones en la seguridad marítima.

La legislación europea tiende a dejar en manos de los países la seguridad de la vida humana en la mar en las embarcaciones de pesca menores de 24 m. Dado que a nivel general prima el recurso pesquero y su sostenibilidad, se deberían abrir vías para vincular la sostenibilidad y la lucha contra pesca ilegal, no reglamentada y no regulada y, la seguridad dada la relación directa entre el estándar de seguridad y si la embarcación pesca ilegalmente.

Es importante contar con una base racional y cuantitativa así como una justificación de la normativa a aplicar para poder ser evaluada y mejorada.

La reglamentación internacional más reciente para buques mercantes abre la vía a legislación más holística y menos prescriptiva. El sector pesquero no debería estar al margen de esto, por el posible vacío reglamentario que podría suceder en unos años al disminuir la adopción de normativa prescriptiva.

La normativa holística permite vínculos más sencillos.

En la tesis se va a trabajar en las embarcaciones de pesca de menos de 24 m de eslora y para ello se ha procedido a su categorización siguiendo la normativa actual en base al parámetro de eslora L y simplificando las zonas de operación por sencillez.

Capítulo 5. Anexo. Circulares o instrucciones de servicio y estándares aplicables a estas embarcaciones en la legislación española

- Circular 9/70 Alojamientos en buques pesqueros. B.O.E. nº 207/1970
- Circular 9/77 sobre estabilidad de buques pesqueros.
- Instrucción de servicio 8/97. Interpretaciones y aclaraciones al R.D. 1216/1997 disposiciones mínimas de seguridad a bordo de los buques de pesca
- Escrito del Subdirector General de Calidad y Normalización de Buques y Equipos del 16 de Mayo de 1997 uso del pique de proa como tanque almacén de combustible en los buques pesqueros.
- Instrucción de servicio 1/00 de 21 de Enero de 2000 de aplicación en los buques pesqueros, para considerar que dispone de la condición de instalación de máquinas sin dotación permanente.
- Oficio ref. 01/AT/JA, del Subdirector General, de fecha 2/3/2001, sobre control de máquinas.
- Escrito del Subdirector General de fecha 13/6/2002, sobre aplicación del anexo II del RD 1216.
- Escrito del Director General de fecha 13 de Noviembre de 2002 sobre balsas de salvamento en embarcaciones de pesca.
- Fax del 30 de Mayo de 2003 sobre la aplicación del Anexo II/5 protección CI del RD 1216/1997 a los buques pesqueros existentes.
- Oficio 11/2004 PB/cc del Subdirector General, de fecha 8 de marzo de 2004 sobre embarcaciones de recreo Orden FOM/1144/2003 Capítulo V, prevención de vertidos embarcaciones con más de un aseo.
- Oficio 31/2004 CM/cc relativo al arqueo de buques pesqueros de eslora L mayor o igual de 24 m, según convenio de 1969.
- Oficio 5/2005 del 1 de marzo de 2005 sobre aberturas en la superestructura de popa de los buques pesqueros.
- Oficio 31/2005 CM/cc construcción de buques pesqueros. Espesor de cubierta
- Escrito del Subdirector General de Calidad y Normalización de Buques y Equipos del 12 de Septiembre de 2005 sobre volumen bajo cubierta de los buques pesqueros.
- Oficio 3/2006 del 1 de Febrero de 2006 sobre condiciones de asignación de francobordo en los buques.
- Fax 3 de Septiembre de 2007 sobre entrada en vigor del RD 543/2007 de 27 de Abril (Anexos del RD).
- Instrucción de Servicio 6/2008 que sustituye al 2/2008 sobre directrices para la regularización y actualización de inscripción de embarcaciones pesqueras en el Registro de Buques y en el Censo de la Flota pesquera operativa en virtud de la ley 9/2007.
- Instrucción de Servicio 6/2008 sobre directrices para la regularización.
- Instrucción de Servicio 08/2008 sobre reconocimientos en buques pesqueros relativos a pocetes del parque de pesca, pocetes de sentinas de bodegas, tanques de almacenamiento y dispositivos de descargas al mar de los desperdicios de pescado.
- Escrito del Subdirector General de Calidad y Normalización de Buques y Equipos del 14 de Enero de 2009 sobre puntal de trazado para el cálculo de arqueo en GT's de buques pesqueros de eslora total menor de 15 m.
- Oficio sobre Estabilidad y Francobordo de los buques del 20 de Abril de 2009, ref. 36/2009-MP/cp.
- Escrito del Subdirector General de Calidad y Normalización de Buques y Equipos del 10 de Febrero de 2009 sobre cubierta para la medición del francobordo en buques pesqueros de eslora menor de 24 m.
- Instrucción de servicio 11/2010 sobre inspección de embarcaciones de pesca de menos de 24 m de eslora.
- UNE-EN ISO 12217- 1:2002, "Parte 1: Embarcaciones no propulsadas a vela de eslora igual o superior a 6m.", para esloras totales entre 6 m y 12 m, o bien
- UNE-EN ISO 12217- 3:2002, "Parte 3: Embarcaciones de eslora inferior a 6 m.", para esloras totales inferiores a 6m.
- UNE-EN ISO 8666:2003. Embarcaciones de recreo. Datos principales.
- UNE-EN ISO 11812:2001.Embarcaciones de recreo. Cabinas Estancas y de achique rápido.
- UNE-EN ISO 12216:2003. Embarcaciones de recreo. Ventanas, portillos, tapas ciegas y puertas. Requisitos de resistencia y estanqueidad.

- UNE-EN ISO 14946:2001. Embarcaciones de recreo. Capacidad Máxima de carga.
- UNE-EN ISO 8861:1999. Construcción naval. Ventilación de la sala de máquinas de barcos de motor diésel.
- ISO 9650-1 Embarcaciones menores. Balsas salvavidas.

Y las siguientes aclaraciones puntuales:

- Fax Capitanía Marítima de Alicante de 21 de Septiembre de 2007 en contestación al fax de la Subdirección General del 3 de Septiembre de 2007.
- Escrito del Director General de Marina Mercante del 25 de Septiembre de 2007 de Corrección de errores del RD 543/2007 de 27 de Abril (envío al BOE de corrección de errores).
- Fax Capitanía Marítima de Huelva de 9 de Octubre de 2007 relativo a normas de seguridad de pesqueros menores de 24 m (L).
- Escrito de la Cofradía de Pescadores de la Línea de la Concepción del 15 de octubre de 2007 sobre colocación de barandillas de protección así como balsas salvavidas en embarcaciones pesqueras.
- Escrito de Capitanía Marítima de Alicante del 15 de Noviembre de 2007 sobre aplicación del RD 543/2007 a embarcaciones pesqueras existentes al Patrón Mayor de la Cofradía de Pescadores.
- Escrito de Capitanía Marítima de Villagarcía del 3 de Diciembre de 2007 sobre inspecciones aleatorias de buques pesqueros.
- Escrito de Federación Provincial de Cofradías de pescadores de Alicante del 14 de Diciembre de 2007 sobre Normas de seguridad y prevención de la Contaminación a cumplir por los buques pesqueros menores de 24 m de eslora.
- Escrito del Director General del 21 de Diciembre de 2007 relativo a la aplicación del RD 543/2007.
- Escrito del Colegio Oficial de Ingenieros navales del 4 de Marzo de 2008 relativo a accidentes marítimos en embarcaciones de pesca.
- Escrito del Colegio Oficial de Ingenieros navales del 27 de Mayo de 2008 relativo a cuadro de condiciones de carga, francobordo, tarado de grúa para embarcaciones auxiliares.
- Acta reunión fachada marítima del Mediterráneo del 7 de Mayo de 2008.
- Escrito Capitanía Marítima de La Coruña sobre habitabilidad en buques pesqueros del 3 de junio de 2008.
- Escrito de la Federación Nacional de Cofradías de pescadores del 4 de Junio de 2008 (Expediente 2008-110-33833)
- Escrito de la Subdirección General de Seguridad Marítima con conclusiones y recomendaciones del informe de la Comisión Permanente de Siniestros Marítimos correspondiente al “Nuevo Pepita Aurora” de 16 de Junio de 2008.
- Estabilidad de embarcaciones de pesca mayores de 12 m de eslora. Análisis de casos concretos de cálculos de estabilidad. Incidencia de la Dirección de obra en la construcción del 25 de Junio de 2008. Área de Tecnología y Apoyo Técnico de la Dirección General de Marina Mercante
- Escrito del Coordinador de Seguridad Marítima de Galicia de 2 de Julio de 2008 sobre reconocimiento de pocetes de achique del parque de pesca.
- Escrito de Capitanía Marítima de Alicante de 11 de Diciembre de 2008 sobre propuesta de publicación de una guía de construcción, reparación e inspección de buques de madera, por el servicio de publicaciones del Ministerio de Fomento.
- Nota Interior de la Subdirección General de Normativa y Cooperación Internacional ref. IT/AT Exp. 08/4813 del 23 de Diciembre de 2008 relativa al proyecto de instrucción de servicio: Procedimiento Interpretativo del RD 543/2007.
- Nota Interior de la Subdirección General de Normativa y Cooperación Internacional del 20 de Enero de 2009 relativa al proyecto de OM sobre seguridad de pesqueros menores de 24 metros
- Escrito de la Capitanía Marítima de Cádiz de 16 de Febrero de 2009 ref. 281 IM/mdg relativo a las descargas de aguas sucias.
- Consulta de la Capitanía Marítima de Málaga del 27 de Febrero de 2009 sobre la altura de las amuradas o barandillas exigida por el RD 543/2007.

6. PLANTEAMIENTO DE LA METODOLOGÍA DE LA TESIS. MARCO NORMATIVO BASADO EN RIESGOS. LA BÚSQUEDA DEL NIVEL DE SEGURIDAD EN LA NORMATIVA SOBRE SEGURIDAD DE LAS EMBARCACIONES DE PESCA

Objetivo

En este capítulo se va a plantear parte de la metodología de la tesis con la intención de que la normativa marítima se adapte a cambios. Para ello se van a tener en cuenta los desarrollos normativos e instrumentos en los que trabaja la Organización Marítima Internacional, en particular en el uso de la evaluación formal de la seguridad. También, para poder trabajar en entornos flexibles, será necesario introducir el enfoque del nivel de seguridad que adaptaría el nivel de seguridad, que se trató anteriormente de un modo abstracto. Esta tesis utilizará estas herramientas para poder determinar este aspecto que aún no se ha desarrollado a nivel internacional. Este capítulo, por tanto introduce las herramientas para poder dar un paso más allá en los desarrollos actuales de la OMI llevándolos a la práctica en embarcaciones de pesca, respetando el marco reglamentario actual.

1. Introducción

En materia de seguridad aspectos como, por ejemplo, la estabilidad, protección contra incendios y los medios de salvamento se han visto de manera aislada, sin considerar a las embarcaciones como un todo y con reglas basadas en el principio de acción reacción. Un accidente o series de accidentes suponen el cambio en una norma o la creación de una nueva y la construcción de normativa nacional en materia de seguridad de las embarcaciones de pesca deriva de los instrumentos que la OMI ha ido adoptando. Esto es así desde los años 60.

Sin embargo los últimos quince años han generado una gran cantidad de conocimiento y datos en el mundo marítimo. Hay avances innegables como los nuevos materiales, más sensores, el desarrollo de sistemas autónomos (la combinación de hardware y software), más capacidad de analizar los datos disponibles, más capacidad de generar energía más sostenible y flexible (que permita distintos modos de propulsión) y una mejora innegable de las comunicaciones. Todo lo anterior, acompañado de costes más competitivos, hará que siga esta tendencia. Así pues son muchos los cambios tecnológicos en ingeniería naval, que acompañados de la disponibilidad de una gran cantidad de información pueden dar más libertad de diseño, sin la necesidad de adherirse en su totalidad al contenido de las reglas prescriptivas.

Con ello se prevé que, de manera progresiva, los armadores demanden cada vez buques más personalizados, especializados y adaptables a su perfil, esperando costes operacionales más bajos y más beneficios. Esto traslada un coste al buque al ser más complejo y más caro.

En paralelo el diseño cobrará más importancia y los astilleros integrarán cada vez más tecnología con menos interferencias en el proceso de diseño y control de los buques. En la actualidad los diseños novedosos con el uso de herramientas basadas en riesgos se están utilizando para los buques de alto valor añadido, pero esto puede cambiar [65].

En un enfoque más holístico el doctorando opina que para las embarcaciones de pesca los diseños más novedosos se irán imponiendo poco a poco, más por tipologías de embarcaciones, zona de operación y ubicación geográfica, permitiendo regular con más precisión la heterogeneidad de las embarcaciones, para las que se hace difícil su reglamentación. Para ello es conveniente crear una filosofía para que estos diseños estén sustentados desde el punto de vista normativo, si bien el doctorando es consciente de que aún queda tiempo para que esto suceda.

Una de las claves para este desarrollo es vencer las posibles barreras legales y financieras que acepten el uso de esas tecnologías [66].

Para ello desde el punto de vista normativo existen varios retos y uno de ellos es que cuando un diseño llega a la Administración se impongan barreras basadas en la legislación vigente. Estas barreras son muchas veces infranqueables, como se puede intuir de la figura 6-1.

Volviendo a los aspectos normativos en general es interesante comprobar que raras veces una norma es juzgada de una manera cuantitativa. Si se hace este análisis, además de un posible cambio en la forma de desarrollar reglamentación mediante el enfoque basado en riesgos y se potenciarían herramientas como el diseño basado en riesgos.

Para romper las barreras que impone la norma hay dos retos: el encontrar el nivel de seguridad actual, que permita conocer hasta qué punto es necesario implantar medidas de seguridad y por otro el trabajo en un análisis formal de seguridad, que introduzca una metodología que sea también compatible con diseños alternativos basados en riesgos [66].

En el momento en que esto se haya llevado a cabo se habrían sentado las bases para poder diseñar embarcaciones fuera de la norma prescriptiva y desarrollar normas que puedan ser cuantificables. Con el primero se implantarían los diseños de buques o tecnologías que sean novedosos, con un nivel de seguridad mayor o equivalente que, por alguna razón, no pueden ser formalmente aprobados hoy en día y optimizar de manera racional los diseños existentes, sin comprometer su eficacia o su comportamiento. Con el segundo se podría desarrollar normativa basada en un procedimiento formal que cuantifique la exposición al riesgo.

Figura 6-1. Solución de diseño óptima fuera del marco reglamentario [66].

2. Antecedentes

La aproximación al riesgo [66] en la industria marítima comenzó a principios de los años 60 con el concepto de estabilidad en averías dentro del marco probabilista y fue posteriormente aplicado al mercado del offshore en aspectos como seguridad contra-incendios.

Sin embargo en el diseño de los buques este enfoque encontró resistencia debido a lo tradicional del sector y al marco de referencia, por lo que armadores, ingenieros navales y astilleros se han tenido que limitar al cumplimiento de las reglas prescriptivas que determinan las configuraciones, instalaciones y dimensionamiento de los buques.

En el caso de las soluciones innovadoras a veces fue posible aprobar los diseños basados en una equivalencia con el diseño prescriptivo, en la que el diseño innovador ha de tener una equivalencia demostrada y más seguridad que el diseño prescriptivo, según se contempla en la regla 5 del Capítulo I del SOLAS. En embarcaciones de pesca los diseños novedosos son también acogidos por el Protocolo de Torremolinos de 1993 regla I/4 traspuesto también por Directiva 97/70/CE [55], [56] aplicable a las embarcaciones de pesca desde 24 m de eslora. En las embarcaciones menores el artículo 6, Capítulo II, del RD 543/2007 acoge también los diseños novedosos.

A través de esta ruta la aprobación es posible pero impredecible, y puede implicar riesgos de tipo económico para el armador y el astillero en una nueva construcción. La razón estriba en la carencia de un estándar para acordar las soluciones equivalentes.

La reglamentación en materia de seguridad de los buques de pesca y de las embarcaciones de pesca emana de la estructura del SOLAS, que es un instrumento de carácter prescriptivo que ha contribuido, desde que entró en vigor hace 40 años, a establecer los requisitos de seguridad a bordo de los buques y en las Compañías. Sin embargo enmendar e implantar se ha convertido también en un proceso complejo. Es de destacar que, a nivel internacional, se ha popularizado la inclusión de párrafos que incluyen cumplimientos “equivalentes” de dudosa equivalencia.

Por tanto el Convenio SOLAS es cada vez más complejo y más difícil de interpretar [10]. En los últimos tiempos se ha argumentado que es necesario cambiar su estructura al objeto de ganar en claridad y estar preparado para los retos técnicos del sector. El Convenio SOLAS, a medida que fue aumentando en reglamentación a aplicar fue adoptando una serie de soluciones:

- Extraer parte del SOLAS a códigos.
- Usar estándares internacionales tales como ISO, para evitar entrar en excesivo nivel de detalle.
- Introducción del concepto de diseño alternativo para evitar el uso de equivalencias y exenciones. Este diseño alternativo se ha implantado en los capítulos I, II-1, II-2 y III del SOLAS [66], [67].

Con todo lo anterior el Convenio sigue siendo en la actualidad fuertemente prescriptivo y con ello no se permite suficientemente el uso de las mejores tecnologías. Es por ello que es necesario migrar a un esquema basado en riesgos [10].

En España SOLAS ha sido la referencia para el desarrollo normativo nacional, primero con las normas complementarias de 1983 al SOLAS, y posteriormente otros como el RD 1185/2006 (emulando a SOLAS IV) y el RD 543/2007 (emulando de nuevo la estructura del SOLAS en general). Las soluciones indicadas más arriba tendrían impacto en la legislación nacional bien en los requisitos, bien en los estándares de equipos u otros

Finalmente es necesario indicar que en base a las carencias en la normativa nacional, los estándares propios de la OMI siguen trascendiendo a la pesca, como puede ser el caso de los equipos de salvamento, equipos como el AIS o los de radiocomunicaciones.

3. Diseño basado en riesgos

Los métodos de análisis de riesgos se han ido convirtiendo en la herramienta más utilizada para la toma de decisión en el ámbito de la ingeniería. Al introducirse en el diseño para alcanzar unos objetivos de seguridad surge el “diseño basado en riesgos” [68]. Para aplicar esto es necesario seguir los siguientes principios:

- El uso de una medida consistente de la seguridad mediante un procedimiento formal que la cuantifique. Para ello es necesario centrarse en las claves de la seguridad (p.ej. usando las categorías de accidentes) y usar herramientas formales de evaluación y cuantificación del riesgo. En este sentido la tesis quiere evaluar esta mediante el trabajo con una herramienta.
- Integrar lo anterior en el proceso de diseño para permitir compensar la seguridad y otros factores de diseño teniendo en cuenta los solapes entre el rendimiento, consideraciones de coste durante su vida útil y la evaluación de la seguridad. Así se dispondrá de información adicional durante el proceso de toma de decisión y la optimización. Una vez que se dispone de una base de accidentes debidamente contrastada se podrá integrar el riesgo en el proceso de diseño.

En relación al diseño alternativo, aunque este dota de flexibilidad [69], es el desarrollo técnico y el uso de análisis de riesgo el que está impulsando un cambio. Así, en respuesta a las necesidades de la sociedad existe una necesidad de asegurar que las tendencias, retos y novedades del sector tengan respuesta que estos se enmarquen en la obtención de ciertos resultados, tales como la reducción del número de vidas o simplemente la efectividad que tenga un instrumento o regla desarrollada. Esto se ha de llevar a cabo por medio de indicadores. También cuando se examina este aspecto desde el punto de vista de la seguridad, es necesario el trabajo con modelos para que las medidas de seguridad desarrolladas estén más sustanciadas, pero ello es necesario cuantificar el riesgo.

Esa cuantificación carece de valor si no se establecen valores de referencia y este es un aspecto clave para la aprobación. En este contexto, para garantizar seguridad equivalente, se deberían poder evaluar los diseños basados en riesgos con los prescriptivos mediante, por ejemplo, un método cuantitativo de análisis de riesgos (QRA)⁹ en el que los niveles de seguridad fuesen comparados. Así, con la excepción de un criterio de aceptación aplicable a un buque, la única referencia de la que se dispone en este momento es la del nivel de riesgo asociado a la regla prescriptiva, con la que todas las soluciones innovadoras se tendrían que comparar. Sin embargo una de las debilidades inherentes es que las reglas prescriptivas actuales pueden ser resultado de procesos en el que las prioridades establecidas (lo que indican las reglas) pueden no haber sido examinadas en detalle o estar separadas del óptimo. La solución pasa, teniendo en cuenta la evolución de los accidentes, en establecer el riesgo aceptable de la normativa actual mediante el establecimiento de un nivel de seguridad.

En las embarcaciones de pesca el diseño basado en riesgos no es una prioridad en este momento. No obstante el uso de herramientas de análisis de riesgos será siendo cada vez más necesaria. Además, para una Administración permite valorar qué normativa es realmente necesaria de acuerdo a los efectos que produzca y el beneficio que se aporte. Se puede por tanto inferir que el desarrollo de las reglas puede enmarcarse en el uso de herramientas de análisis de riesgos y de coste-beneficio en el que se establezca un nivel de seguridad.

4. Desarrollos en el marco normativo. El nuevo enfoque

De cara a poder dar los pasos necesarios para extender el diseño basado en riesgos, abrir la vía a diseños más flexibles o reglamentar de un modo más racional a lo largo de esta tesis se utilizarán varios de estos procesos con el ánimo de establecer y evaluar el nivel de seguridad que permita legislar de manera más precisa sin que en el futuro se limiten los nuevos diseños. Así se pueden introducir los procesos necesarios como la evaluación formal de la seguridad y el enfoque del nivel de seguridad.

4.1. Herramientas de análisis de riesgos en riesgos. Evaluación formal de la seguridad (FSA).

El análisis de riesgos es un proceso estructurado que consiste principalmente en:

- la determinación de los elementos que más contribuyen al riesgo,
- el desarrollo de un modelo cuantitativo de análisis del riesgo
- la evaluación del riesgo
- la reducción del riesgo

Para lo anterior existe una variedad de métodos que permiten desarrollar la tarea así como evaluar ese riesgo, sin embargo una de las herramientas más utilizadas en el marco normativo para el diseño basado en riesgos es la evaluación formal de la seguridad (FSA). Es una metodología sistemática y estructurada para mejorar la seguridad marítima, incluida la protección de la vida humana, la salud, el medio marino y los

⁹ Se define QRA como la aproximación sistemática y formal para identificar eventos potencialmente peligrosos, estimando su probabilidad y sus consecuencias y expresados en término de riesgos para las personas, el medioambiente y el negocio (puede incluir análisis de severidad o consecuencia, número de muertes para cada escenario de accidentes, riesgos individuales, sociales, PLL, localización, medidas preventivas, sensibilidad de los resultados (68).

bienes [3]. Dado que la tesis va a desarrollar un FSA se definen las etapas tal y como figura la MSC-MEPC.1/Circ.12/ Rev. 1, a continuación:

- *Etapa 1.- El objetivo es determinar los peligros y preparar una lista según un orden de prioridad que corresponda al problema que se está examinando. Esto se logra por medio de técnicas normalizadas de determinación de los peligros susceptibles de provocar accidentes e investigando dichos peligros a partir de los datos disponibles y de un análisis de los mismos. Esta tarea se deberá efectuar en el contexto de las funciones y los sistemas genéricos que correspondan al tipo de buque o al problema pertinente mediante un examen del modelo genérico.*
- *Etapa 2.- El propósito es la investigación detallada de las causas, los sucesos iniciadores y las consecuencias de las situaciones de accidente más importantes determinadas en la etapa 1. Esto se puede lograr utilizando técnicas adecuadas de modelación del riesgo que permitan centrar la atención en los aspectos de alto riesgo, así como determinar y evaluar los factores que influyen en el nivel de riesgo. Puede tener las variantes indicadas en la figura 6-2.*
- *Etapa 3 El propósito es, en primer lugar, identificar las medidas de control del riesgo (MCR) y posteriormente agruparlas en un número limitado de opciones de control del riesgo (RCO) para su utilización como opciones normativas prácticas.*
- *Etapa 4.- El objetivo de la etapa 4 es determinar y comparar los costos y beneficios relacionados con la aplicación de cada RCO determinada y definida en la etapa 3.*
- *Etapa 5.- El objetivo es determinar las recomendaciones que se han de presentar a las personas encargadas de tomar las decisiones. Las recomendaciones estarán basadas en la comparación y clasificación de los peligros y de sus causas determinantes, en la comparación y clasificación de las opciones de control del riesgo en función de los costos y beneficios conexos y en la determinación de las opciones de control del riesgo que presenten un riesgo lo más bajo posible.*

Figura 6-2. Análisis del riesgo en la etapa 2.

Las etapas se pueden ver en la figura 6-3 y algunas de ellas son actualmente utilizadas por armadores y astilleros para evaluar el modelo en riesgo y costes.

Figura 6-3. Etapas de un FSA. Actualmente OMI permite enmendar los convenios después de la presentación y evaluación de un FSA [3]

A la hora de trabajar en un FSA merece la pena explicar dos conceptos importantes.

4.1.1. Diagramas F-N

Los diagramas FN, como los de las figuras 6-4 y 6-5 se usan para calcular el riesgo colectivo y son bastante visuales en la Etapa 1 del FSA. Registran en una gráfica todos los accidentes, asignando a cada punto un valor N en abscisas que es el número de N o más fallecimientos en un suceso y una frecuencia F en ordenadas. Al unir los puntos se obtiene una curva descendente, ya que es más improbable que haya accidentes con un número elevado de muertos. En este gráfico se introduce una zona ALARP¹⁰ (tan bajo como sea posible) [70], que se establece por medio de la pérdida potencial de vidas en una actividad concreta y que están vinculados a los ingresos en esa actividad, al colectivo de trabajadores y los fallecimientos de este que se calcularán más adelante en la tesis, dividiendo el cuadrante en una zona tolerable, otra intolerable y la zona ALARP intermedia. Lo más frecuente es que las curvas discurren en la zona ALARP.

Figura 6-4. Curvas FN para petroleros, gaseros y quimiqueros con criterio de aceptación del riesgo establecido para el método FSA. Datos 1978-1998. [70]

¹⁰ Tan bajo como sea razonablemente posible (ALARP): con esta expresión se hace referencia a un nivel de riesgo que no es tan bajo que sea despreciable ni tan alto que sea inadmisibile. De hecho, ALARP es el atributo de un riesgo cuya reducción no justifica seguir invirtiendo recursos. El principio ALARP se utiliza para el procedimiento de evaluación del riesgo. Los riesgos deberían ser "tan bajos como sea razonablemente posible" (ALARP); esto significa que el número de accidentes con riesgos de este tipo deberá reducirse, a menos que esto represente un costo desproporcionado en relación con los beneficios obtenidos [25].

En esta tesis se establecerán estas curvas, pero es necesario antes determinar cuánto y cómo se pueden discretizar estas, es decir establecer los intervalos de esloras mínimos necesarios para que las curvas tengan algún significado, aunque lo ideal es que para cada tramo de eslora significativos, se pudiese elaborar una curva distinta.

Figura 6-5 FSA Ropax. Variación de nivel de riesgo colectivo tras introducir como medida de control de riesgo una mejora de la evacuación (tras incendio, colisión o inundación) teniendo en cuenta que el ratio de muertes se reduce un 75%. La medida no pasó el análisis de coste beneficio al tener un coste superior a 3 M\$ [71]

Los análisis teóricos suelen mostrar que el criterio FN al suponer el riesgo colectivo tiende a resultar en riesgos más altos, cuando se comparan con criterios de coste beneficio. Dado que no es sencillo trabajar con estas curvas es mejor considerarlas siempre de un modo conservador, esto es, indicando las oportunidades de reducción del riesgo.

4.1.2 Coste de evitar un fallecimiento

En la etapa 4 (análisis de coste beneficio) surgen dos conceptos relacionados con los costes para evitar un fallecimiento:

- El coste bruto para evitar un fallecimiento (GCAF), que es una medida de la eficacia en función de los costes expresada como cociente del coste marginal (adicional) de la opción de control del riesgo (RCO) por la reducción del riesgo para el personal en número de muertes evitadas.

$$GCAF = \frac{\Delta Costo}{\Delta Riesgo}$$

- Por otro lado el coste neto para evitar un fallecimiento (NCAF) que es una medida de la eficacia en función de los costes expresada como cociente del costo marginal (adicional) –teniendo en cuenta el beneficio económico de la opción de control del riesgo RCO- por la reducción del riesgo para el personal en número de muertes evitadas:

$$NCAF = \frac{\Delta Costo - \Delta Beneficio Económico}{\Delta Riesgo} = GCAF - \frac{\Delta Beneficio Económico}{\Delta Riesgo}$$

Los valores máximos aceptables de NCAF o GCAF que la Sociedad está dispuesta a pagar para evitar una muerte dependerán de indicadores colectivos. En un FSA se deben indicar de manera expresa cuál es esa cantidad máxima y esta será calculada en la tesis (ver capítulo 12).

El NCAF, al tener los beneficios incorporados, puede ser negativo (siempre y cuando el Δ Riesgo (ΔR) sea positivo y el coste menor que los beneficios). El NCAF se amplifica cuando el ΔR es muy pequeño o la medida tenga un coste muy reducido comparado con los beneficios económicos que esta medida produzca. A la hora de llevar a cabo el análisis de costes y beneficios se deberá tener en cuenta este aspecto. Los NCAF negativos son difíciles de interpretar, pero su simple valor negativo haría recomendable su implantación. En general los últimos FSA realizados se han orientado al uso de los valores GCAF.

4.2. Enfoque del nivel de seguridad

El enfoque del nivel de seguridad (SLA) se define como la aplicación estructurada de herramientas basadas en riesgos para el desarrollo normativo de la OMI. Con ello se permite aplicar de una manera estructurada metodologías basadas en riesgos para alcanzar un nivel explícito de seguridad o para verificar el cumplimiento con las reglas.

Al disponer de un nivel de seguridad que puede ser ajustable para medir la seguridad en una embarcación de pesca se podría ajustar también el nivel implícito de seguridad tal y como se establece con los diagramas ALARP en curvas F-N (ver figuras 6-4 y 6-5), ajustando los niveles de seguridad cuando no sean suficientes o estén sobre estimados. Otra posibilidad sería trabajar en un criterio de costes que determinara cual es el coste asumible.

En un régimen reglamentario basado en riesgo el objetivo es que el nivel de seguridad alcanzado sea adecuado y el riesgo tan bajo como sea posible, mediante el uso de métodos cuantitativos de análisis de riesgos, como los que incorpora el FSA.

4.3 Normas basadas en objetivo.

Se tratarán en la cuarta parte de esta tesis. Las normas basadas en objetivos (GBS) es un sistema de reglas para desarrollar reglas que consta de distintos niveles. En el marco genérico del GBS se permite cubrir todos los aspectos de seguridad. Sumado a las herramientas anteriores constituye la metodología completa que se trata en esta tesis

5. Metodología para determinar el nivel de seguridad

Siguiendo las últimas discusiones en OMI¹¹, que al término de este trabajo aún no han finalizado [72] la tesis considera que uso de la FSA, en particular las etapas 1 y 2 sirven de mecanismo para determinar el nivel de seguridad, mediante el esquema que aparece en la figura 6-6.

¹¹ El doctorando pertenece al grupo de expertos de EFS y en paralelo ha sido auditor de GBS

Figura 6-6. Interrelación entre el nivel de seguridad y el enfoque formal de la seguridad

En la figura se observa el nivel de seguridad como una palanca que influye en el criterio de coste o criterios de la curvas F-N, que permite trabajar en el análisis de riesgos (etapa 2 del FSA), que a su vez depende de la determinación de los peligros (etapa 1). Por tanto para determinar el mismo es necesario realizar el camino inverso, es decir utilizar las etapas 1 y 2 para determinar el riesgo actual teniendo en cuenta los accidentes sucedidos y después determinar si este es asumible o no en base a costes o a diagramas FN para poder fijarlo. Por defecto el nivel actual sería el que marca la normativa vigente, que sería del 100%.

Para poder trabajar en esto es necesaria la preparación de la base de datos de accidentes, el análisis cuantitativo de los accidentes, y la determinación de los riesgos de una manera cuantitativa, calculando parámetros como la pérdida potencial de vidas humanas (PLL), que determinarán la Etapa 1.

La Etapa 1 aportará el conocimiento necesario para seleccionar qué modelos son necesarios y llevar a cabo los análisis de riesgos que constituyen la Etapa 2 del FSA y cómo se llevaría a cabo éste.

Para ello es necesario cuantificar los accidentes, determinar el riesgo colectivo e individual, y detectar patrones de comportamiento históricos. Se trabajará en una base de datos con 14 años de siniestros de la flota pesquera por debajo de 24 m de eslora, para obtener esos valores y patrones o tendencias en los accidentes y su frecuencia y relacionarlo con eventos sucedidos, como la implantación de medidas de control del riesgo, pudiéndose acotar el nivel de seguridad.

6. Determinación del nivel de seguridad actual

El nivel de seguridad se puede establecer en base a las curvas FN. En este sentido se investigó la posibilidad de determinar en nivel de seguridad en base a variar de posición la zona ALARP mediante valores más ambiciosos. Dado que los puntos de anclaje de la zona están influidos por el número de fallecimientos de un país en accidente laboral se concluyó que variar la zona de posición no era posible salvo que el país se replantease el número de fallecimientos admisibles por la sociedad por unidad de producto interior bruto. Dado que esto no es viable el nivel de seguridad en base a la curva FN se puede establecer en base a un porcentaje de variación de la curva. El proceso para obtener el ajuste en las curvas FN obligaría a definir para cada valor N una disminución de la frecuencias complejo tal y como indica la figura 6-7.

Por otro lado, tal y como se indicó antes, si además se tiene en cuenta que el riesgo colectivo en las curvas FN tiende a resultar en riesgos más altos al compararlos con criterio coste beneficio podría sobre estimarse el nivel de seguridad, es decir que este fuese demasiado conservador.

Figura 6-7. Control del nivel de seguridad en la curva F-N

Por todo lo indicado se considera preferible trabajar en un criterio basado en costes para determinar el nivel de seguridad, lo cual se podría definir como qué cantidad económica la sociedad estaría dispuesta a invertir para prevenir un fallecimiento.

Para ello se tiene que tener en cuenta que, a la hora de juzgar las medidas de control del riesgo que merecen ser consideradas más adelante como opciones de control del riesgo, se lleva a cabo un análisis coste-beneficio (etapa 4 del FSA). Durante el análisis formal de la seguridad aquellas medidas que tengan un NCAF o un GCAF superior a los valores estándar para evitar un fallecimiento no se deben implantar.

El nivel de seguridad sería del 100% si la sociedad estuviese dispuesta a invertir el estándar para evitar un fallecimiento, pero el regulador podría ajustar este valor si fuese recomendable un incremento. Ahora bien, si un sector tiene un registro de accidentes muy bajo el nivel de seguridad tampoco tiene que ser estático y obedecer a ese valor estándar, por lo que también se puede recomendar una reducción.

Es aquí donde entra en juego el nivel de seguridad, que se puede definir como un factor f que multiplica al valor estándar y que da un porcentaje de uso del valor estándar. Así cuando se quieran implantar medidas en un sector en el que tradicionalmente el riesgo es bajo o bien no esté dispuesta la Sociedad a pagar más ese factor podría ser inferior a la unidad. Por el contrario un sector en el que el riesgo es alto o tenga múltiples accidentes podría aumentar el nivel de seguridad de tal manera que el valor sea mayor que el valor estándar, esto es f mayor que 1 ($>100\%$).

Así las cosas el factor de seguridad actuaría como una palanca que ajusta el valor dispuesto a pagar. Esto no se debe confundir con la idea de disponer de un NCAF o un GCAF nuevos (NCAF^{*} o GCAF^{*}), ya que esos valores son estándar y dependientes del PIB de un país.

Para poder estimar el nivel de seguridad no se considera necesario, en principio llevar a cabo un análisis de riesgos completo, pero si es necesario calcular ciertos elementos, en particular las etapas 1 y 2 del FSA, comprobar el ajuste del modelo a los datos históricos y después usar ciertos elementos de las etapas 3 y 4 para poder determinar ese factor.

En esta tesis se intentará acotar el valor de ese nivel por medio del análisis de los accidentes y las medidas de control de riesgo ya implantadas para poder dar más adelante el paso de llevar a cabo un FSA completo.

Así el FSA que se lleve a cabo en la tesis tendrá asociado un nivel de seguridad, y una aproximación al enfoque del nivel de seguridad.

Así pues con las guías FSA de la OMI [3] y las propuestas del doctorando, basadas en los desarrollos en OMI [10] se establecerá el nivel de seguridad actual, la disposición social (social willingness) y la aceptación del nivel de seguridad. El nivel de seguridad se determinará basado en lo siguiente [71]:

- datos sobre accidentes. Se podrán utilizar las estadísticas disponibles sobre incidentes y accidentes en el momento en que se lleve a cabo un análisis de riesgos.
- un modelo de riesgo o un modelo de principio (first principle model) que permitirá desarrollar un FSA y contrastar datos históricos. Estos son modelos conceptuales que introducen las fuentes, las vulnerabilidades y los daños o pérdidas de una manera general.
- el nivel de seguridad actual derivado de los dos puntos anteriores (por ejemplo del análisis de los resultados de las etapas 1 y 2 del FSA).
- la disposición social (social willingness) y la aceptación del nivel de seguridad. A la hora de determinar la disponibilidad social y la aceptación del nivel de seguridad se debe tener en cuenta el equilibrio entre el desarrollo de la economía colectiva, la seguridad y las medidas de protección del medioambiente¹².

El diagrama de flujo se puede ver en la figura 6-8.

A la vista de lo anterior en los capítulos siguientes se va a trabajar en las Etapas 1 y 2 de un FSA que permitan avanzar en el conocimiento y determinación del nivel de seguridad.

Figura 6-8 Elementos y flujo necesario para el establecimiento del nivel de seguridad [72].

¹² En el caso de los pesqueros las medidas de protección del medioambiente van encaminadas principalmente a la protección del recurso pesquero.

Tal y como se ha indicado el nivel de seguridad actual debería ser el que se puede desprender de las normas actuales. En el capítulo anterior se identificó el RD 543/2007, entre otros, como la herramienta más significativa para la seguridad de las embarcaciones de pesca de menos de 24 m de eslora L. Por tanto la metodología pasará por evaluar los accidentes y la siniestralidad en el periodo 2000 a 2013 y teniendo en cuenta las medidas implantadas, la reducción del riesgo y los beneficios obtenidos se podría estimar, o al menos acotar, el factor f indicado anteriormente.

Pero es posible que considerar exclusivamente una sola medida, tal y como es el RD indicado no sea suficiente. Es necesario por tanto tener en cuenta todo lo acontecido en materia de seguridad de embarcaciones de pesca en un periodo que supondría, por ejemplo tomar un paquete de medidas completo como la(s):

- Implantación de las medidas de seguridad del RD 543/2007 para buques nuevos y existentes.
- Implantación de la Ley 9/2007 sobre regularización que ha supuesto, acelerar la implantación del RD 543/2007 a embarcaciones existentes que en ciertos casos (se verá más adelante se han tenido que considerar como nuevas).
- Implantación del RD 1185/2006 de radiocomunicaciones marítimas en las embarcaciones de pesca.
- Implantación de un sistema de inspección de embarcaciones de pesca no programado.
- Campañas de concienciación para patronos y marineros.
- Disminución de costes de operación en Salvamento de tripulantes y embarcaciones de pesca.

Calculando los costes, beneficios y reducción de riesgos, de haberlos, de acuerdo a la formulación NCAF y GCAF de manera “desestacionalizada” ya que, tal y como se ha visto en capítulos anteriores, la reducción de la flota ha sido significativa.

7. Conclusiones

Como consecuencia de la manera de redactar las reglas, siguiendo el método tradicional de acción-reacción, no se ha realizado una evaluación exhaustiva de las medidas correctivas en el contexto más amplio de los requisitos de rendimiento, los mercados y los avances tecnológicos de la actualidad en la reglamentación española de seguridad marítima.

Para garantizar seguridad equivalente, se deberían poder evaluar los diseños basados en riesgos con los prescriptivos mediante, por ejemplo, un método cuantitativo de análisis de riesgos (QRA) en el que los niveles de seguridad fuesen comparados.

Una metodología obsoleta de determinación de la seguridad puede dificultar la labor del sector marítimo y por tanto de la pesca. La cuantificación de los niveles de seguridad es fundamental para que el sector no sólo obtenga el máximo beneficio, sino también, y lo que es más importante, permita que se realicen investigaciones sobre los modos más efectivos de alcanzar mayores niveles de seguridad sin tener que recurrir a normas preceptivas. Con ello se podría determinar las medidas correctoras teniendo en cuenta los avances tecnológicos de la actualidad. Esto permitirá diseños más flexibles y marcos normativos más duraderos

Cuantificar el riesgo no tiene valor si no se establecen valores de referencia y este es un aspecto clave para la aprobación de un diseño o la justificación de desarrollos normativos.

El nivel real de seguridad se desconoce actualmente, y esto ilustra la desventaja del método prescriptivo que es correctivo, si bien se puede interpretar que el nivel de seguridad aceptable es el que establece la propia norma y se debe encontrar el nivel de seguridad actual.

El estudio del análisis de riesgo mediante el desarrollo de un FSA para las embarcaciones de pesca permitirá dotarse de datos, establecer el nivel de seguridad de las reglas actuales y poder determinar nuevas necesidades de normativa. En este sentido es necesario preparar los elementos necesarios para llevar a cabo la evaluación formal de la seguridad.

Por medio de un factor f se procederá a calcular el nivel de seguridad en base a criterios de costes.

Antes de poder llevar a cabo ese análisis del nivel de seguridad es necesario preparar las herramientas necesarias para poder determinarlo. Estas herramientas y cálculos se irán introduciendo a lo largo de los siguientes capítulos. Para ello es esencial trabajar en la base de datos de accidentes y desarrollar modelos de alto nivel que permitan determinar las Etapas 1 y 2 del FSA.

Este trabajo nunca se ha llevado a cabo en el sector de la pesca en España y esta metodología se usará por primera vez a nivel internacional en pesqueros en esta tesis, debido al uso exclusivo del FSA en buques mercantes hasta la fecha en la OMI y a la falta de aplicación del enfoque del nivel de seguridad de manera cuantitativa.

PARTE 2. ESTABLECIMIENTO DEL NIVEL DE SEGURIDAD

7. ANÁLISIS VÍCTIMAS MORTALES EN ACCIDENTES DE PESCA. CONSTRUYENDO LA ETAPA 1 DEL FSA

Objetivo

El objetivo de este capítulo es el trabajo inicial en una base de accidentes elaborada para la tesis. Se analizará el riesgo comparado con otros sectores industriales, con el sector marítimo además de los accidentes desde los años 2000 al 2013 por medio de gráficas y se determinará el riesgo individual que tiene en cuenta la exposición al medio. Por medio de este análisis se intentará determinar cómo ha variado el riesgo. Además se comparará ese riesgo con los buques mercantes.

1. Introducción

Tal y como se indicó en el capítulo 4 (riesgo y los accidentes en el entorno marítimo) el riesgo se puede considerar de tipo individual o de tipo colectivo.

En este capítulo se va a trabajar en la etapa 1 del FSA para determinar las amenazas por medio de un análisis previo de la siniestralidad en la flota pesquera determinando la exposición individual al riesgo de los pescadores. Para ello se va a poner en contexto la siniestralidad del sector, lo cual permitirá incorporar el riesgo colectivo, que será objeto de otro capítulo. Se trabajará sobre la base de datos elaborada por el autor, que dispone un total de 978 accidentes correspondientes al periodo 2000-2013.

Con lo anterior se va a considerar el nivel de seguridad de una manera separada al resto de los sectores, aunque exista una vinculación a través del riesgo colectivo si bien este capítulo se comparará la pesca con otros sectores industriales.

2. Siniestralidad del sector pesquero con el sector marítimo desde el punto de vista internacional

No es sencillo encontrar datos relativos a los fallecimientos en embarcaciones de pesca a nivel internacional, y además comparados con otros tipos de buques. En lo que se refiere a estadísticas que trabajen sobre fallecimientos las compañías aseguradoras, que trabajan con pólizas de responsabilidad civil no consideran de manera directa este parámetro como el principal sino el hecho de la pérdida de propiedad total. Así las reclamaciones más frecuentes son por accidente en un 43% de los casos, seguidas de pérdidas en un 18% de los casos y de robo.

Figura 7-1. Pérdida de propiedad en embarcaciones de pesca Noruegas por tipo de accidente [73]

Según informes del Nordic Association of Marine Insurers CEFOR [73], tal y como se puede ver en la figura 7-1 el coste medio de los accidentes de maquinaria suele ser sustancialmente menor que el coste medio de los accidentes en las embarcaciones de litoral noruegas. Mientras el impacto de las colisiones y varadas suele ser alto, principalmente en las embarcaciones que faenan cerca de la costa, destacando especialmente también los costes de los incendios y explosiones.

En el sector marítimo en general se considera tradicionalmente que las pérdidas de buques más recurrentes se producen en los buques de carga general. En este sentido las estadísticas internacionales de buques de carga registrados con pérdida total suponen más del doble que las de buques de pesca. Así desde el año 2005 se han perdido 1271 buques, de los cuales el 60% son buques de carga general (el 40%) y un 15% son buques de pesca. A nivel internacional se estima que se pierden unos 50 buques de carga al año y unos 5 buques de pesca, como se puede ver en la figura 7-2 [4].

Figura 7-2. Accidentes por tipos de buques 2005-2015

Del mismo modo, si se repasan las estadísticas de los últimos años de Lloyd's Register of Shipping por tipo de buque y expresados en ratio de accidentes (*accidentes 1000 barcos.año*) se puede confirmar que el número de pesqueros que figura es muy pequeño comparado con el resto de tipos de buques. Esto es debido al poco impacto que tienen en el ámbito internacional las embarcaciones de pesca por los motivos indicados en el capítulo 2, además de ser un aspecto local o regional.

Con todo lo anterior, a día de hoy no se dispone de una base de datos global y fiable que indique las pérdidas en embarcaciones de pesca y en particular las menores de 24 m. Esto es así incluso a nivel de la OMI en la que la base de datos de GISIS es incompleta, no permite la búsqueda por tipos de embarcaciones y los debates en los subcomités de la OMI¹³ no consideran a los buques de pesca en la misma medida que se considera a los buques mercantes. Con todo lo anterior las pérdidas de embarcaciones de pesca en el contexto internacional arrojan cifras siempre cuestionables.

Por otro lado la actividad pesquera, en términos de tiempo efectivo en la mar tiene considerables periodos de inactividad, mientras que los barcos mercantes solamente tienen pocos días "off-hire" al año. Es por ello por lo que se debe buscar un ratio adecuado para los mismos. Ese ratio es el número de accidentes por hora de operación.

¹³ El doctorando lleva participando en reuniones de OMI de manera regular desde 2007.

A la hora de estimar el riesgo habitual en las embarcaciones de pesca es necesario acudir a otros estudios. Así Svein considera para la pesca un riesgo individual en $8 \cdot 10^{-4}$ [25] como se puede comprobar en la figura 7-3, que muestra cómo el riesgo individual actualizado por tipo de buque haría que el pesquero (que no aparece en esta) se encontrase en la zona ALARP, por encima del resto de los buques.

Figura 7-3: Riesgo individual [42]

Por otro lado, tal y como se indicó en el capítulo 2 los últimos datos suministrados por la FAO correspondientes a los años 90, arrojan un resultado global de aproximadamente 24.000 muertes al año para el sector de la pesca, lo cual corresponde a 80 muertes por cada 100,000 pescadores al año. Esto es un porcentaje de la 0,008% anual que supone a su vez un $7 \cdot 10^{-3}$ muertes/buque/año, fuera de la zona ALARP y en rango intolerable.

Tal y como se discutirá más adelante, a nivel internacional esto corresponde a una frecuencia inicialmente catalogada como intolerable para la cual sería conveniente desarrollar un plan de acción a nivel global.

3. Siniestralidad de la pesca en España comparada con otros sectores industriales y con los países europeos del entorno

A nivel nacional la siniestralidad en el sector de la pesca, comparado con otros sectores como la construcción de viviendas ofrece tradicionalmente ratios superiores y de hecho así sigue siendo al examinar los índices de incidencia.

Este índice se define como la relación entre el número de accidentes registrados en un período de tiempo y el número promedio de personas expuestas al riesgo considerado. Se utiliza como período de tiempo un año. La expresión utilizada para su cálculo es la siguiente y representa el número de accidentes anuales por cada mil personas expuestas.

$$Ii = \frac{N^{\circ} \text{ total de accidentes} \times 1000}{N^{\circ} \text{ medio de personas expuestas}}$$

Se utiliza cuando no se conoce el número de horas-hombre trabajadas y el número de personas expuestas al riesgo es variable de un día a otro, en cuyo caso no pueden calcularse otros parámetros como el índice de frecuencia que es el número de accidentes por cada 10^6 horas trabajadas.

En 2013, año en el que se termina el trabajo con esta base de datos, el índice de incidencia de accidentes de trabajo mortales en jornada de trabajo fue de 31,2, muy por encima de la media del total de actividades (3,33) y de la construcción (8,89) [28], [29], [30], [31]. [32].

La figura 7-4 da una idea de cuáles son los índices de incidencia en la pesca en relación con la implantación de normativa en España, tanto de prevención como de seguridad, notándose una caída progresiva del índice [74].

Figura 7-4: índices de incidencia en línea con la implantación de medidas [74].

A pesar de la mejora en más de un 300% por cien desde los años 90 la figura 7-5 muestra unos índices de incidencia en víctimas mortales de 2008 a 2012 muy superiores a la media, comparado con otros sectores como la construcción y de 6 a 9 veces superior a la media nacional. Estos datos se mantienen de manera similar para los años 2013 a 2015.

Figura 7-5. Accidentes mortales por cada cien mil trabajadores.

Sin embargo esas cifras incluyen tanto los accidentes mortales laborales, los accidentes de trabajo, como los accidentes asociados a fallos en el ámbito de la seguridad marítima, por lo que es necesario separar los unos de los otros.

Teniendo en cuenta los fallecimientos por accidentes marítimos en exclusiva en el periodo 2008 a 2013 se obtiene una media de 23 fallecimientos por cada 100.000 pescadores, que es superior al resto de los sectores: el doble en término medio respecto a la construcción y el cuádruple que el total de los sectores industriales en España.

En relación al número de heridos el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social considera una incidencia tal que 1 de cada 7 trabajadores tiene una baja anual. La mayor parte de estas bajas se asocian a accidentes de trabajo, no a accidentes de las embarcaciones. Teniendo esto en cuenta se va a proceder a separar los heridos o muertos por accidente laboral y a incorporar las pérdidas por heridos como fallecidos en accidente de una embarcación de acuerdo a los parámetros comúnmente aceptados en la OMI, considerando en general un ratio de 1 a 130, es decir por cada fallecimiento se dan 130 heridos. La severidad de las heridas no se define pero se asumen equivalentes a pérdidas de tiempo y por tanto en beneficios económicos.

En el entorno europeo el índice de incidencia de accidentes de trabajo mortales muestra una mejora en los últimos 15 años, sin embargo las cifras siguen siendo altas. En el Reino Unido el índice varía entre 80 (el más alto) y 30 (el más bajo) y en Noruega entre 50 y 40 en un contexto de descenso de los caladeros, lo cual indica que España, tiene cifras similares o incluso mejores que los países ya mencionados al observar los datos en la figura 7-5.

4. Base de datos

Para esta tesis se ha dispuesto de dos bases de datos, que el autor ha combinado. Corresponde a los accidentes en embarcaciones de pesca desde los años 2000 a 2013. Esta base de datos se basa en los accidentes recogidos por la antigua Comisión de Siniestros, dependiente de la Dirección General de la Marina Mercante y la comisión de siniestros actual CIAIM [75],[76],[77],[78],[79], ambas dependientes del Ministerio de Fomento.

Para poder llevar a cabo un estudio adecuado se va a trabajar con la siguiente información:

- La disponible en la Dirección General de Marina Mercante relativa a accidentes de barcos de pesca en el periodo 2000-2007 que se encuentra estructurada de la siguiente forma:
 - Por sus Causas: Desconocida, Fallo Humano, Fallo Material.
 - Por su Efectos: Varada, Fallo estructural o mecánico, Hundimiento, Incendio o Explosión, Fallo Mecánico, Incendio, Vía de Agua, Colisión y otros.
 - Por sus Consecuencias: Averías en Casco, Averías en Máquinas, Hombre al agua, pérdida total y otros.
- La contenida en los informes de la Comisión de Siniestros CIAIM. La creación de la CIAIM [80] que responde a la necesidad de implantar la normativa comunitaria sobre accidentes y a cambios necesarios en la gestión.
- Para poder trabajar en esta base de datos desde el punto de vista cuantitativo y determinar la exposición de los pescadores, se hace necesario añadir los valores calculados en la base de datos indicada en el capítulo 2. También se hace necesario completar la base de datos con causas, efectos e información sobre los accidentes.

Figura 7-6. Base de datos de accidentes de embarcaciones de pesca

Con ello se completó la base de datos para poder trabajar en ella de una manera más detallada estudiando los informes disponibles de los accidentes que figuran en el Anexo a este capítulo además de recabar información sobre estos siniestros.

5. Análisis preliminar de la base de datos

Para este análisis se supondrá que el riesgo de muerte por accidente es el más preocupante para la Administración Marítima. La base de datos dispone también del número de heridos, no obstante, a la hora de simplificar, se tratarán solamente como fallecimientos, en línea con lo indicado en el epígrafe anterior.

El número de accidentes en barcos de pesca de bandera española con pérdida total de la embarcación es de 145. El número de fallecimientos desde el 2000 al 2013 es de 111, (86 muertes entre el año 2000 a 2007 y el resto en el siguiente periodo hasta 2013), con 10 muertos adicionales en el periodo 2014 a 2015.

La figura 7-7 representa el número de tripulantes presentes en el momento del accidente en función de la eslora de arqueo (L).

Figura 7-7. Número de tripulantes a bordo de las embarcaciones accidentadas

Mientras, el número de accidentes mortales por año, en función de la eslora, a la vista de los informes que se dispone y la base de datos consiguiente se puede ver en la figura 7-8, que denota un descenso progresivo de los fallecimientos.

Figura 7-8. Fallecimientos por grupos de esloras.

Las medias móviles, tal y como se muestran en la figura 7-9, indican un descenso general, en particular en los últimos 5 años para todos los rangos de esloras menos para el rango entre 7,5 m y 12 m de eslora. En la figura 7-10 se observa uniformidad en la base de datos destacando la siniestralidad en las embarcaciones de menos de 7,5 m de eslora L por encima de las demás.

No obstante a lo anterior existe cierta anomalía en la siniestralidad en las embarcaciones entre 12 y 15 m de eslora, dado que no se observa ningún accidente con fallecimientos en este rango en el periodo 2006 a 2013, si bien posiblemente esté relacionado con la conversión eslora total a eslora L en la base de datos.

Figura 7-9. Accidentes por año por grupos de eslora (medias móviles).

Figura 7-10: Siniestralidad de embarcaciones de pesca vs tamaño medio de la flota.

Considerando los fallecimientos en función de la edad de la embarcación se obtienen las figuras 7-11 y 7-12, esta última conteniendo medias móviles, que muestran un perfil general de caída de los fallecimientos por edad de las embarcaciones excepto para las embarcaciones de 25 a 30 años de edad, que se mantienen planas o en descenso. A lo anterior se une el hecho de que los accidentes en embarcaciones de 0 a 5 años de edad destaca con respecto a las demás, incluso en las medias móviles, aunque se ha ido ajustando con el tiempo, lo cual podría ser indicativo de un problema en el uso o diseño inadecuado de estas. La figura 7-13 confirmaría este ajuste y curiosamente denota una baja siniestralidad para las embarcaciones de más de 30 años, lo cual indica bien que estas tienen una baja exposición por no ser utilizadas o menores problemas de diseño u operativo.

Figura 7-11. Accidentes por año por grupos de eslora.

Figura 7-12. Accidentes por año por grupos de edad (medias móviles).

Todas estas cifras se deben analizar siempre con la debida prudencia. No se puede extrapolar que se estén hundiendo barcos construidos recientemente de una manera sospechosa. Un 26% de la flota tiene menos de 10 años y otro 20% entre 10 y 20 (en fechas de 2013), pero se tendrá en cuenta en la línea de estudio en los siguientes apartados.

Figura 7-13. Siniestralidad de embarcaciones de pesca vs tamaño medio de la flota.

Dado que la mayor parte de las embarcaciones de pesca son de pesca local o litoral es interesante investigar el efecto del mal tiempo tanto en la frecuencia como en la severidad en este segmento. Para ello solamente es necesario presentar la base de datos de accidentes gráficamente, tal y como indica la figura 7-14. La comparación muestra bien que el invierno no tiene incidencia relevante, aunque hay un leve repunte en los meses de enero, o bien que los patrones y armadores de las embarcaciones hacen seguimiento de la meteorología y se preparan mejor para salir a la mar.

Figura 7-14. Accidentes flota pesquera española menor de 24 m de eslora por mes.

6. Análisis por parámetros de riesgo

Para poder comparar las cifras de accidentes con otros sectores como el sector marítimo en su conjunto, además de los índices de incidencia, y tal y como se indicó en el capítulo 3, se deben calcular las tasas de siniestralidad por medio de parámetros de riesgo.

Así se calcularán dos parámetros de riesgo individual [25], utilizando la base de datos, y comparándolos entre grupos de esloras, teniendo en cuenta los siniestros que han supuesto pérdida de vidas desde 2000 a 2013. Los parámetros a utilizar son:

- De riesgo individual específico (ISIR), por medio del parámetro AIR (riesgo medio individual), que se mide en el número de muertes por tripulante y
- De riesgo individual por hora, por medio del parámetro FAR (ratio de accidentes mortales) que es el número de muertes por cada 10^8 horas de exposición.

$$AIR = \frac{ma(muertes / año) \cdot vt(viajes / tripulante)}{va(viajes / año)} = \frac{ma(muertes / año)}{te(tripulantes / año)}$$

$$FAR = \frac{ma(muertes / año) * te(horas / año)}{10^8 (horas)}$$

En relación al AIR los datos indicados en la figura 7-15 indican su valor anual, mientras la figura 7-16, muestra las medias móviles, e indica un descenso en el periodo 2008-2013 frente al 2000-2007. Además se confirma el descenso al incluir 2014-2015, tal y como indica la figura 7-17. Finalmente la figura 7-18 hace una previsión ARIMA (1,1,2) con el 98% de confianza que indicaría un valor esperado de $2 \cdot 10^{-4}$, confirmando la tendencia a la baja.

Figura 7-15. AIR para la flota pesquera española de menos de 24 m de eslora.

Figura 7-16. Evolución del AIR en el periodo 2002-2013 (medias móviles)

Figura 7-17. Evolución AIR en el periodo 2002-2015 (medias móviles)

Figura 7-18. Previsión de datos AIR a la vista de los datos disponibles

Si se agrupan por esloras, se obtiene la figura 7-19, que indica un ratio alto en las embarcaciones entre 7,5 y 12 m de eslora, previsiblemente por el incremento en la capacidad de pesca y una exposición mayor al riesgo, que podría deberse a una falsa sensación de seguridad por ser embarcaciones de mayor porte, comparadas con las embarcaciones de menos de 7,5 m de eslora. Para el resto de las embarcaciones de más de 12 m de eslora hay una exposición menor, lo cual va acompañado de un aumento de las medidas de seguridad a bordo.

Figura 7-19. Parámetro AIR por grupos de eslora, periodo 2000-2013

En relación al parámetro FAR su valor anual se indica en la figura 7-20 y las medias móviles en la figura 7-21, que indican un descenso en el periodo 2008-2013 frente al 2000-2007. Finalmente la figura 7-21 hace una previsión ARIMA (1,1,2) con el 98% de confianza que indicaría un valor esperado de 0,5, confirmando la tendencia a la baja.

Figura 7-20. FAR para la flota.

88888

Figura 7-21. Evolución del AIR en el periodo 2002-2015(medias móviles)

Figura 7-22. Previsión FAR

Finalmente al agrupar por esloras se obtiene un alto ratio de accidentes mortales en las embarcaciones menores de 7,5 m de eslora, como indica la figura 7-23, debido a las horas de exposición, comparadas con las embarcaciones de de entre 7,5 m y 12 m. Para el resto de las embarcaciones de más de 12 m de eslora hay una exposición menor, lo cual va acompañado de un aumento de las medidas de seguridad a bordo.

Figura 7-23. Parámetro FAR por grupos de eslora, periodo 2000-2013

Tanto para el parámetro FAR como el AIR se puede concluir que hay una reducción del riesgo individual y por tanto una caída de la siniestralidad en términos relativos y por tanto de la exposición al riesgo. Además se puede concluir que existe un riesgo mucho más alto en las embarcaciones de menos de 12 m de eslora que en el resto. Esto indicaría que, desde el punto de vista de la seguridad de la vida humana en la mar la Administración tendría que tener un cuidado especial en estos rangos de esloras.

Al haber una caída del riesgo individual con el tiempo de debe estudiar el efecto estimado de la caída de la flota. Para ello se deberían calcular las frecuencias de accidentes en buques por año que posteriormente permitan inferir probabilidades.

Dado que en general el riesgo individual en las tripulaciones de buques no debería superar en ningún caso el valor de 10^{-3} el riesgo individual calculado, en el orden de 10^{-4} , da una indicación de que no se está excediendo el riesgo individual límite teniendo en cuenta los valores estándar de 10^{-3} y 10^{-6} para la zona ALARP en España, similares a los indicados de acuerdo a la figura 7-24.

Figura 7-24. Bandas de riesgo individual en embarcaciones y buques [20]

Por otro lado el ratio de accidentes mortales no parece seguir ningún patrón. Esto no indica que no sea necesario tomar ninguna medida, aunque el riesgo no es intolerable en ningún caso, ya que no se encuentra por debajo de 10^{-6} y en la previsión de riesgos individuales los valores se mantienen bajos.

Analizando los parámetros por esloras los resultados son distintos. En las embarcaciones de entre 7,5 y 12 m de eslora L el parámetro AIR se encuentra en $8 \cdot 10^{-4}$, es decir en el valor medio considerado por Svein [25] y cerca de la zona intolerable.

Siguiendo el concepto de zona ALARP en cuanto a riesgos individuales las embarcaciones de pesca españolas de menos de 24 m en su conjunto se encuentran en la zona alta del ALARP, en cuanto al riesgo individual, comparado con otros tipos de buques a nivel internacional, pero se encontrarían dentro de los valores estándar de exposición para las tripulaciones. Teniendo en cuenta el contexto español su exposición sigue siendo muy alta.

6. Conclusiones

En las estadísticas internacionales los fallecimientos en embarcaciones de pesca tienen un bajo impacto, tantos para aseguradoras, sociedades de clasificación como gestores de datos (p.ej. LMIU). Esto se debe posiblemente a que los accidentes de pesca suceden más en entornos nacionales o regionales y a que las embarcaciones con mayor índice de siniestralidad son las embarcaciones menores, que se encuentran alejadas del contexto marítimo Internacional y sin estadística.

Se ha estimado el riesgo medio individual de la flota pesquera menor de 24 m de eslora dividido en años y por tamaños de eslora, junto con el ratio de accidentes mortales. La conclusión, es que el riesgo individual es variable a lo largo del periodo de 13 años. Ha descendido pero sigue siendo alto en el contexto nacional, muy inferior al internacional y en línea con los valores estándar calculados por Svein.

Se han estudiado los accidentes de embarcaciones de pesca desde el punto de vista de la pérdida de vidas humanas determinándose a priori que los índices de incidencias de accidentes mortales en España están en línea, e incluso mejor que en países del entorno.

En relación con la edad de las embarcaciones se debe considerar el número alto de accidentes para las embarcaciones de 0 a 5 años, muy inferior a lo normal para las embarcaciones de edad avanzada, desde 25 a 30 años de edad.

A la hora de estudiar la siniestralidad tanto con medias móviles en grupos de esloras o por edades de la embarcación se obtiene, en paralelo a la caída de muertes en general una tendencia muy clara de caída considerando dos periodos 2000-2007 frente al 2008-2013. Esta caída en el número de fallecidos se utilizará a lo largo de la tesis para poder establecer un nivel de seguridad, no obstante será necesario contrastar estos datos y para ello se trabajará en el siguiente capítulo. Esta caída es constatable tanto para los parámetros FAR o AIR.

Capítulo 7. Anexo. Accidentes en el periodo 2000-2013.

FECHA	NOMBRE DE LA EMBARCACIÓN
10/01/2000	DESCONOCIDO - 1
14/01/2000	ALFREDO VIEIRA
18/01/2000	KERSINY
21/01/2000	CHIPIRONERA -1
29/01/2000	CRISMEVAYA
02/02/2000	GARYSA
02/02/2000	JUAN JOSE MUT
02/02/2000	SANTILLANA DEL MAR
08/02/2000	AQUILINO
09/02/2000	DOS HERMANOS
20/02/2000	ATOR
08/03/2000	PRIMERO VILLAR
09/03/2000	CHON
20/03/2000	VIRGEN DEL CORAL
28/03/2000	MI ILUSION
04/04/2000	HERMANOS AGUADO
14/04/2000	BOTE - 1
10/05/2000	NUEVA GACELA
11/05/2000	SEGUNDO VENDAVAL
23/05/2000	MORATO CRESPO
11/06/2000	EL PAQUITO
17/06/2000	LABIO
14/07/2000	BRAVO FACHADO
20/07/2000	HERMANOS LOURIDO
20/07/2000	PA
25/07/2000	MIRMER
01/08/2000	LETICIA
02/08/2000	MAITE
04/08/2000	KATI
09/08/2000	COVADONGA
10/08/2000	BOTE - 3
17/08/2000	HERMOSO VERANO
22/08/2000	TEILAN
22/08/2000	SIEMPRE AMA BEGOÑAKOA
26/08/2000	SANTILLANA DEL MAR
06/09/2000	JOMADA
19/09/2000	NUEVO JUANITO HERMANOS
21/09/2000	LA POLAR
09/10/2000	HERMANOS PELLICER
16/10/2000	FARO DE LA MESA
25/10/2000	SEGUNDO FLORIÑA
31/10/2000	JUAN RAMON
30/11/2000	BOTE - 4
30/11/2000	NOU COLOMIN
01/12/2000	JOVIDA
12/12/2000	ANTONIO CID II
13/12/2000	ANIS
15/12/2000	GARRIDO CAZORLA
16/12/2000	BOTE - 5
20/12/2000	SORT DE TARANET
22/12/2000	ALPIRRI

23/12/2000	SANSEBASTIAN II
03/01/2001	ABDERA
09/01/2001	MAR DO SUR
10/01/2001	J.P.
14/01/2001	PENA DO ALTAR
15/01/2001	RUSIA
21/01/2001	ZULEMITA
23/01/2001	LOIRA RODRIGUEZ
28/01/2001	L´AVENIR
31/01/2001	FARO DE VIDEO
05/02/2001	J. VIDAL
10/02/2001	ANTONIO SARCIÑA
14/02/2001	SIEMPRE BRISAS
22/02/2001	GURE MARIBEL
22/02/2001	HERMANOS VALDIVIA
23/02/2001	LA BLANCA
27/02/2001	SANTISIMO CRISTO DEL MAR
13/03/2001	CATALINA SILVA
13/03/2001	MARTIN MUNO
24/03/2001	NUEVO JUANITO HERMANOS
04/04/2001	HERMANOS GOMEZ PLANA
17/05/2001	LEZAMA
17/05/2001	ANGEL NUESTRO
25/05/2001	ALBREXAR
26/05/2001	VALENCIA II
11/06/2001	PAXARIÑO
24/07/2001	DONATO
27/07/2001	PLAYA DE CORBEIRA
08/08/2001	GURE UXUA
11/08/2001	NUEVO CACHARELO
24/08/2001	FE TRES
05/10/2001	JOSE GUZMAN
07/10/2001	SEGUNDO ARROGANTE
09/10/2001	MARRAJO DE BURELA
12/10/2001	ASUR SEGUNDO
17/10/2001	MARIA TRINIDAD
01/11/2001	LAURA MAR
11/11/2001	NUEVO BATABANO
13/11/2001	LA DEVA
15/11/2001	CHO MANUEL
22/11/2001	SIEMPRE MENORCA
21/12/2001	EL MOSCA
03/01/2002	FREIXO DOS
20/01/2002	GRAN CONCHA
21/01/2002	VIRGEN MILAGROSA SEGUNDA
24/01/2002	SEGUNDO ARROGANTE
28/01/2002	LAS AZUCENAS
07/02/2002	ANTONIO MANUEL
08/02/2002	J.C. OUBIÑA
27/02/2002	SEGUNDO HARO RODRIGUEZ
06/03/2002	SEGUNDO SANTA TERESITA DE JESUS
08/03/2002	FRANCISCO JOSE SEGUNDO
21/03/2002	CUCHE I
27/03/2002	BLANES PEIX

09/04/2002	FRANCISCO JAVIER
11/04/2002	SANTA GEMA
12/04/2002	MELOXEIRA
02/05/2002	MARILO
03/05/2002	LA HERA
08/05/2002	BARREIRO S
20/05/2002	NUEVO STELA
21/05/2002	ULISES
12/06/2002	DORADA COSTA II
16/06/2002	BAHIA LAS NEGRAS
24/06/2002	FAMA
25/06/2002	SEGUNDO SALMON
01/07/2002	JOSE MANUEL I
28/07/2002	SIEVIL
01/08/2002	MARGALEF PRIMERO
07/08/2002	CIUDAD DEL PUERTO
15/08/2002	PIRRIO
27/08/2002	HERMANOS MERCANT
28/08/2002	SEGUNDO FRANCES
31/08/2002	LA PAQUITA
02/09/2002	RIANXO
12/09/2002	NUEVO HIGINIA
18/10/2002	ANTONIO Y TOMAS
22/10/2002	SEBASTIAN Y MARIA
30/10/2002	PINGANO
08/11/2002	CONCHITA
08/11/2002	PEIX MAR DIECISEIS
11/11/2002	ENCARNITA
21/11/2002	PASTOR GARCIA
28/11/2002	CAMARON III
03/12/2002	CRUSADER
18/12/2002	XURELO
21/12/2002	ARCANGEL SAN RAFAEL
13/01/2003	ANGEL CASTIÑEIRA
14/02/2003	MAR DEL SUR
31/03/2003	PLAYA DE ALTEA
04/04/2003	NUEVO BAHIA DE MALAGA
08/05/2003	MARINADA
13/05/2003	HERMANOS GALLARDO
26/05/2003	SIEMPRE BELLA VISTA
26/06/2003	LUPI
15/07/2003	CANDRAY
08/09/2003	SEGUNDO HERMANOS RODRIGUEZ
16/09/2003	RINCHA
19/09/2003	ORIENTE NUMERO DOS
03/10/2003	LETI
15/10/2003	JAVIER Y CRISTINA
28/10/2003	JOVEN FRANCISCO
01/11/2003	LA DEVA
24/11/2003	TROYA
27/11/2003	VIRGEN DEL AMPARO II
16/12/2003	DOS HERMANOS
19/12/2003	VIRGEN DE CALPE
08/01/2004	EL QUIQUI CHICO

21/01/2004	GUADALUPEKO SANDUTEGIA
07/02/2004	MARIA DEL CARMEN
26/02/2004	PERLA DO MAR
26/02/2004	THE BROTER
10/05/2004	LIGERA
22/05/2004	TXOMIN IMANOL
31/05/2004	GURE SAN PEDRO
04/06/2004	FERRON Y MIRALLES
16/06/2004	JOSE Y DOLORES
21/06/2004	MIGUEL CARDENAL
23/07/2004	ALONSO OCAÑA
28/07/2004	PUNTA DEL ESTE
17/08/2004	BOTE - 1
30/08/2004	JACOBO Y RUBEN
08/10/2004	GRAN CONCHA
31/10/2004	CANTINFLAS
02/11/2004	SANTUARIO BARQUEREÑO
18/11/2004	AUXILIAR DEL SANTA GEMA
10/01/2005	RAMONA
24/01/2005	EL QUIQUE
25/01/2005	INDALECIO Y ANGELES
07/03/2005	BLAI
29/03/2005	FAROLIN
29/03/2005	VIRXEN DOS MILAGROS
06/04/2005	LAN DOS
08/04/2005	RAPACIÑA
17/05/2005	ESTRELLA DE ROSAS
03/06/2005	AUDAZ
26/08/2005	FORCADELA
12/01/2006	ATILA
07/03/2006	L ARENAL
10/04/2006	INMA
01/06/2006	MANUEL
29/07/2006	COSTA DA BARCA
23/08/2006	AGUNTIN ALONSO
04/09/2006	HERMANOS POLA
08/09/2006	RIONOVO DOS
27/09/2006	MINCHOS CUARTO
01/10/2006	NUEVO HERMANOS GABANCHO
19/10/2006	TOSCA TERCERO
23/10/2006	MAR NEGRO
26/01/2007	SEGUNDO MONTE NORIEGA
18/03/2007	RUTHYNOA
26/04/2007	SANTIMAR
06/11/2008	JOSE ALMUIÑA
03/01/2000	ESTEBAN GONZALEZ
05/01/2000	DOS ROSAS
24/01/2000	SERVIOLA CUATRO
09/02/2000	ESPER
10/02/2000	ITXARO IZARRA
10/02/2000	NUEVO LEVANTE
14/02/2000	RUBEN
28/02/2000	COLOMIN
20/03/2000	PANCHITO

22/03/2000	ANTEPAZO NUMERO DOS
23/03/2000	COSTA DEL SOL
23/03/2000	MARIA FATIMA PRIMERO
03/04/2000	MARTIN MUNO
13/04/2000	PLAYA DE MOTRIL
01/05/2000	CIUDAD DEL PUERTO
01/05/2000	MIGUEL Y ANA
04/05/2000	AMALIA DEL CARMEN
04/05/2000	CALIPSO
21/05/2000	NUEVO PORTUGUES
21/05/2000	FELIX LLORET
04/06/2000	VENTURIÑA
05/06/2000	NUEVO LOSADA
07/06/2000	EN MARTIN
19/06/2000	MARTA
23/06/2000	EL HERMI
23/06/2000	ISLETA SEGUNDA
07/07/2000	BOMBO
10/08/2000	FELICIDAD DE MADRE
05/09/2000	BALOU
06/09/2000	PUNTA PRIMA SEGUNDO
20/09/2000	VIRGEN DEL REBOLLET
27/09/2000	GAVILAN
29/09/2000	L`ESTEL DE GANDIA
10/10/2000	TEOLAN
14/10/2000	PRIMERA REINA DEL MAR
14/10/2000	CEAS
02/11/2000	PAMI
13/12/2000	SAMUELITO
22/12/2000	ILUMBER ETA ISKANDER
09/01/2001	MARI PEPA GUTIERREZ
09/01/2001	O CANTIÑO
10/01/2001	GALAXIA
10/01/2001	URBANITO
24/01/2001	HERMANOS LIJO
14/02/2001	NORBERTO
15/03/2001	GOLFIÑO R
19/04/2001	RIO GALDIZ
07/05/2001	AGUILICA SEGUNDA
22/05/2001	PLAYA DE COVAS
23/05/2001	CHO MANUEL
30/07/2001	CHUBASCO LA SANTA
30/07/2001	MARIA DE LA SALUD
02/08/2001	NUEVO SAN BENITO
03/08/2001	CLAUDIO
26/08/2001	PATI AINA
19/09/2001	ILUSION LAREDANA
24/09/2001	GLORIA TOMAS
01/10/2001	RIO CASTALLA
06/10/2001	BARRANCO Y FERNANDEZ
14/12/2001	OS MEREXOS
17/12/2001	Sin especificar
03/01/2002	RAMONA PAN ALVAREZ
09/01/2002	TEFI Y YESI

14/01/2002	SILVIA CELESTE
15/02/2002	CABO VILLANO
15/02/2002	EL NAZARENO
09/03/2002	LOS MARQUESES
21/04/2002	BOTE - 1
22/04/2002	CANTAL ROIG
23/04/2002	HERMANOS CASTELLA
26/04/2002	SIMO GUZMAN
14/06/2002	RABAL
03/07/2002	PLAYA DE SAN MARTIN
05/07/2002	HERMANOS GUETO
25/07/2002	DAVBILA
02/08/2002	LOJU
19/08/2002	TRINIDAD CONCEPCION II
27/08/2002	MAR DO SUR
23/09/2002	GAMBA NUMERO DOS
25/10/2002	O BOAVISTA
06/11/2002	LUPYTERI
10/11/2002	ZUMAYA
03/12/2002	MANOLO Y TERESA
20/01/2003	SIEMPRE CAMPOEDER
24/01/2003	HERMANOS PEREZ TERCERO
24/01/2003	YAYO CAMPANARES
24/01/2003	FARO SEGUNDO
11/02/2003	FLORENTINA
11/02/2003	CONDE DE SANTA POLA
20/02/2003	ITXASO
25/03/2003	ANDREKALA BERRIA
05/04/2003	LAS LLANAS
15/04/2003	EL GALLAO
28/04/2003	HORIZONTE TXIKI
08/05/2003	MAITE RAFELS
16/05/2003	AQUILON
22/05/2003	NUEVO MARINA
03/06/2003	NUEVO TOMASIN
06/06/2003	JOVEN MATEO
06/06/2003	PAU DE LAGUITA
09/06/2003	GANASA
19/06/2003	AIDA
14/07/2003	MAR DE MARIN
24/07/2003	NUEVO CORDOBES
26/09/2003	NOU RECALDE
26/09/2003	CONCHA VENTURA
10/10/2003	CARMEN Y MARIA
29/10/2003	ILLA DEL SOL
09/12/2003	SILVIA CELESTE
12/12/2003	MANUELA Y ANI
07/01/2004	KICA
07/01/2004	MARPAR SEGUNDO
29/01/2004	AQUI ESTA
06/02/2004	NENIN
06/02/2004	RAUL
29/02/2004	ZAPATERO
04/03/2004	RIO CENTIÑO

30/03/2004	MARI BEA
30/03/2004	NUEVO JUAN SANTANA
28/04/2004	MARIA
06/05/2004	CRUPER
11/05/2004	JUANA ELVIRA
31/05/2004	GERMANS LLORET
01/06/2004	ESTRELLA DE DAVID
10/07/2004	S SIROCO
03/08/2004	ENRIQUE EL MORICO
15/08/2004	DIVINA PASTORA
15/08/2004	STELLA MARIS BERRIA
26/08/2004	SIEMPRE PECO
23/09/2004	EL TERRIBLE
27/09/2004	LUGUES
17/01/2005	CAYO TERCERO
27/01/2005	PESCADOS CALPE CUATRO
05/02/2005	GOIZALDI
08/03/2005	NUEVO SOTILEZA
29/03/2005	ARIEIRO
10/05/2005	INDALECIO Y ANGELES
25/05/2005	FRANCISCO PADRE
09/06/2005	AGUMAN
24/06/2005	MEDITERRANEO
25/06/2005	BALERMA
21/07/2005	MUÑI
03/08/2005	ESCALADOR DOS
09/08/2005	MARIA JOSE
09/08/2005	CRUCEIRO DE PAZOS
10/08/2005	SALADINO PRIMERO
12/08/2005	ION
17/09/2005	MONFI
21/09/2005	OSCAR
17/10/2005	LLAUD IBIZA
07/02/2006	NUEVO AMANECER
15/02/2006	MARICARI Y MUENSTU
20/04/2006	SILVIA DEL MAR
20/04/2006	SANTA MARIA SEGUNDO
27/04/2006	PAQUITA LA PEPETA
27/04/2006	ROSA MARIA JUAREZ AUXILIAR
18/05/2006	MAR BLAVA
09/06/2006	SALVADOR Y JUANA
18/06/2006	MAGDALENA
19/07/2006	JURE AITA JOSE
19/07/2006	BLAU CAT
22/07/2006	PEDRO PAREDES
25/07/2006	NELA PRIMERO
31/07/2006	NUEVO ANAMAR
15/08/2006	AMENCER
31/08/2006	RINCHA
11/09/2006	PLAYA DEL SOL
10/10/2006	AVANTE CLARO PRIMERO
01/11/2006	JUAN IGLESIAS
16/11/2006	DELI
25/11/2006	ATARDECER

01/12/2006	CABALLO RALLO SEGUNDO
18/12/2006	NUEVO MAR DOS
17/01/2007	PUIG CAMPANA
02/03/2007	ANGEL CARMEN U
17/03/2007	RIA DA CORUÑA
12/04/2007	VIRGEN DE LORETO
09/05/2007	SAN MARTIN DE LA MAR
21/05/2007	ALCALDE UNO
25/05/2007	LITEMI
06/07/2007	VIRGEN TERCERA
06/07/2007	SARRIDAL
24/11/2008	CURRANA UN
08/09/2009	HERMANOS LANDROVE
09/01/2000	QUISINDAN
11/02/2000	NORBERTO
08/03/2000	GEMMA MARIA
20/03/2000	TANIT I
21/03/2000	ISLETA DE ALTEA
06/04/2000	O QUISINDIN
08/05/2000	CALITJAS
19/05/2000	ESTELA DO MAR
02/06/2000	CIELO AZUL
04/06/2000	VIANO TERCERO
05/06/2000	CABO DE LAXE
06/07/2000	BOMBO
27/07/2000	ESPERANZA
02/08/2000	MANCHESTE
15/09/2000	PLAYA DE RIOS
09/10/2000	EL DIABLILLO
09/10/2000	DIABLILLO
30/10/2000	FOQUE UNO
13/11/2000	CASAL PRIMERO
17/11/2000	PABLO Y DOMINGO
28/11/2000	CORAL
27/12/2000	HERMANOS AULET
16/02/2001	MARIA JOSE
04/04/2001	CONSUELITO
29/04/2001	CRISTO DEL OCEANO
04/05/2001	ESTRELLA DEL MAR
07/06/2001	NUEVO OLIVEROS
14/06/2001	ATIR
11/07/2001	CALA SERENA
06/08/2001	CINTA LA PALOMA
25/09/2001	PADILLA
26/09/2001	MARIA ELENA
07/11/2001	LOS CINCO HERMANOS
13/11/2001	LESTE
14/11/2001	JOVEN DANIEL
15/11/2001	PURIFICACION FONTAN
24/11/2001	LUIS
17/12/2001	JOCOBAL
01/02/2002	CARMEN MARIA PRIMERO
18/04/2002	ÑUCO
23/05/2002	AVE DEL MAR

26/06/2002	MANOLO ENRIQUE
18/07/2002	AUSINA
02/08/2002	VELA BLANCA PRIMERO
05/09/2002	ANA MARI
04/10/2002	NUEVO COUSILLAS SUEIRO
04/12/2002	AGUILICA SEGUNDA
06/12/2002	PORTO DE MUXIA
09/12/2002	HERMANOS MARTINEZ INFANTE
13/12/2002	CARREAL
26/12/2002	JULIO GEMA
28/03/2003	A VOLTA
28/04/2003	NUEVO ANTONIO DE LA HOZ
30/04/2003	SALVADOR GORRITA
28/05/2003	NUEVO AMANECER DOS
04/06/2003	MARIA DESIRE
01/07/2003	FRANCISCA VENTURA
07/07/2003	PAU DE LA GUITA
03/08/2003	CODESAL
17/09/2003	FURIA
18/09/2003	VIRXEN DA GUIA
29/10/2003	RADAR
23/11/2003	JOANA
23/01/2004	URROSOLO URIGUEN
29/01/2004	MARIA Y JOSE SEGUNDO
11/02/2004	NOVO XOUBA
06/04/2004	ARQUIMEDES
20/04/2004	GALERNA TRES
11/07/2004	MONTE CORONA
26/07/2004	PESCADORA
10/08/2004	VALLE DE ELDA
24/08/2004	LA DEVA
02/10/2004	PACO EL LOCO
03/10/2004	VERONICA DEL MAR
04/10/2004	ESTRELA
18/10/2004	PACO EL MORRUT
07/12/2004	MARIA JOSE
07/12/2004	DARIO
30/01/2005	SIDI MUSA
11/02/2005	JUBEMAR
25/02/2005	NUEVO CARMAREZ
04/03/2005	NUEVO SAN TELMO
07/03/2005	JOVEN DANIEL
26/03/2005	MARIETA TERCERO
31/03/2005	TONI SEGUNDO
02/05/2005	CARRASCO
13/05/2005	NUEVO MAR DE LEVANTE
23/05/2005	FAKIR
30/05/2005	MAR DE ESPAÑA III
11/07/2005	RUISIÑO
12/07/2005	SELVA DEL MAR
22/07/2005	HERMANOS MERCANT
02/08/2005	CORROSO
22/08/2005	VALLE DE ALTEA
27/08/2005	CEDES II

30/08/2005	NUEVO TIDE
31/08/2005	CIUDAD DE CULLERA
06/09/2005	BOMBO
26/09/2005	LLEVANTINA
18/10/2005	MONTEREAL
31/10/2005	BAJO GUIA 2
31/10/2005	MI TESORO
01/11/2005	TOÑETE
02/11/2005	NUEVO FLOR DE RIVEIRA
08/11/2005	PUERTO DE BEJAR
10/11/2005	ROMPEOLAS
18/11/2005	RIA DA CORUÑA
02/12/2005	PEDRO Y LOLI
09/12/2005	AUXILIAR PARDELA DE ANAGA
10/12/2005	HERMANOS ALBA PRIMERO
10/12/2005	HISPANIA DOS
19/12/2005	JOSE ALEGANDRO
29/12/2005	PULGUITA
13/01/2006	CANDRAY
24/01/2006	NUEVO SOTILEZA
03/02/2006	NTRA SRA DEL ROCIO
11/04/2006	CANDRAY
12/04/2006	PEPET GUERRERO
24/04/2006	ZAMORANO PRIMERO
26/04/2006	CONCHA
11/05/2006	RAMON AGUADO
11/05/2006	AGUSTIN APARISI
22/05/2006	PERLES DOS
22/05/2006	JOAQUIN Y MARIA LUISA
16/06/2006	FATIMA DEL MAR
16/06/2006	GARAZU
19/06/2006	CHIRLA
11/07/2006	PABLO Y DOMINGO
17/07/2006	MARIVINA
19/07/2006	FEDERICO Y MARIA
20/07/2006	NUEVA MARIA TERESA
21/07/2006	RIONOVO DOS
29/07/2006	MIRIAN Y LORENA
10/08/2006	CORAZON DEL MAR
11/08/2006	SAN FERMIN BERRIA
14/08/2006	PEVEGASA TERCERO
09/09/2006	SANTA MARTA
14/09/2006	NOU KIKO
09/10/2006	CRO TRES
27/10/2006	SEGUNDO HEMANOS PAPIN
06/11/2006	EL CANIJO
09/11/2006	NUEVO MARCOS
23/11/2006	JOSEFA MARTINEZ
14/12/2006	SIEMPRE TAMAR
19/12/2006	CABO SANTA POLA
18/01/2007	BOTJA
23/01/2007	MELI Y ROJE
17/02/2007	NUEVO REAL MADRID
20/02/2007	PEPILLO

28/02/2007	BEGOÑA
11/03/2007	VENUS
22/03/2007	NAVEOTE
25/04/2007	NUEVA KALINA
02/05/2007	ULISIS
06/05/2007	MERCEDES QUESADA
11/05/2007	CERES II
20/05/2007	CALI UNO
08/06/2007	PILAR -RUS
10/03/2000	EUGENIA
04/09/2000	ENSENADA UNO
24/10/2000	NUEVA CODORNIZ
06/11/2000	MAR DE LOS SARGAZOS DOS
06/11/2000	ROSALIN SEGUNDO
06/11/2000	BETANIA
23/11/2000	MIRAME
24/11/2000	BURAZ
07/12/2000	VICTORIA
12/12/2000	GUADALUPEKO SANDUTEGIA
15/12/2000	MAROSMI
21/12/2000	NUEVO TALITO
21/12/2000	TERCERO HERMANOS RODRIGUEZ
29/12/2000	MAR TORRES DOS
04/01/2001	RESPLANDOR DEL MAR
11/01/2001	FATIMA
28/01/2001	ANDREA
18/04/2001	ABUELA ANTONIA
08/06/2001	JOAQUIN Y PEPE
02/07/2001	CABO DE GATA II
17/07/2001	AIDA
09/10/2001	CRIMAR DOS
11/11/2001	Sin especificar
28/01/2002	FRANCISCA
06/02/2002	SAN ANTONIO
24/02/2002	ROSITA
09/07/2002	NUEVO CACHARELO
08/08/2002	NUEVO CONCHA
03/04/2003	GLORIA MAR
25/04/2003	FLOR DE MAYO
28/11/2003	RIA DE NOYA SEGUNDO
04/12/2003	VIRGEN DE AFRICA
22/12/2003	TORTOSINA
04/02/2004	AUX. RAÑO NUMERO TRES
24/03/2004	BOTE AUXILIAR DEL IVAN DIEGO
25/03/2004	KIKO
20/05/2004	JALIÑEIRO
20/05/2004	MEIRA DA COSTA
02/06/2004	O BAHIA
19/11/2004	NUEVO PILIN
01/02/2005	ALFREDO
22/02/2005	SIEMPRE CASINA
08/06/2005	HERMANOS ISTILLARTY
15/07/2005	GRAN CONCHA
26/07/2005	ROCIO V II

07/10/2005	REFLECTOR
07/10/2005	ARMAVEN DOS
08/11/2005	NUEVO APENINO
16/11/2005	HERMANOS RUSO ANTON
24/11/2005	O JORGE
02/01/2006	CIUDAD DE SEVILLA
10/01/2006	JOSE EL FRANCES
28/03/2006	SEGUNDO NUESTRA SEÑORA DEL MAR
15/06/2006	COSTA TOURINÁN
21/07/2006	EL PERICO
09/09/2006	JOSEFA Y TRINIDAD
03/11/2006	SAN XOAN
10/11/2006	BIBO
29/03/2007	SOLBES AMOR
28/05/2007	NUEVO AMADORIN
04/06/2003	RICHARD DOS
25/09/2008	NUEVO MAR AZUL
08/10/2008	SAO FRANCISCO DE ASSIS
16/10/2008	GERMANS PERIS
16/10/2008	BLANCA B
04/11/2008	COVA TALLADA
06/11/2008	LLUNA
06/11/2008	PRINÇES
06/11/2008	JOSÉ ALMUIÑA
24/11/2008	CURRANA UN
05/12/2008	ROSAMAR
28/12/2008	SKELLIG LIGHT II
17/01/2009	PORT DE CASTELLO
13/02/2009	VIRGEN DEL FARO
22/02/2009	MONTE GALIÑEIRO
15/03/2009	LASTI
19/03/2009	ANCHOUSA
19/03/2009	PLAYA DAS DUNAS
21/03/2009	SIBLEY
23/03/2009	PLAYA DEL MAR
29/03/2009	VALLE DE ELDA
07/04/2009	AGTAMAR
07/04/2009	PEDRO PAREDES
22/04/2009	DOSIL
22/04/2009	COSTA CORDAL
22/04/2009	HERMANOS LEÓN
23/04/2009	ALONSO OCAÑA
03/05/2009	ALGATECSA UNO
07/05/2009	ALFONSO Y CINTA
11/05/2009	ESTRELLA DE JOAQUIM
20/05/2009	CRISTO
26/05/2009	NUEVO BONITA
30/06/2009	RIO HUELVA UNO
30/06/2009	PEIX MAR TREINTA

30/07/2009	GERMANS GIL
07/08/2009	CARABINA Y FARRUCO
06/09/2009	NOSA CANTIGA
17/09/2009	EL GALAN
11/10/2009	CABO SAN LORENZO
03/11/2009	ACECHADOR
26/11/2009	XA ME VEDES
08/06/2010	MAR AZUL Y NORTE
23/06/2010	HERMANOS CAPARROS
24/07/2010	JARA
06/08/2010	MIRALBA
17/08/2010	CIMA
17/08/2010	VAI BEN
29/08/2010	NUEVO SOFIA
29/08/2010	RABANDEIRA
02/09/2010	PLAYA DE TORIMBIA
04/09/2010	BERENICE
13/09/2010	BALLANES
16/09/2010	VIRGEN LAS MAREAS
12/10/2010	HERMANOS BELTRAN PRIMERO
15/10/2010	Y.Y
05/11/2010	ISLETA TERCERA
12/11/2010	CANTALAR
22/11/2010	DON CARLOS
13/12/2010	RIA DE QUEJO
17/12/2010	JOSE Y RAFAELA
17/12/2010	MARI CARMEN ARNANDIS
18/12/2010	REY DE OLAYA
07/01/2011	RAYMA
11/01/2011	HALCÓN
28/01/2011	A/C FELIPE RUANO
01/02/2011	SEGUNDA LUCITA
03/02/2011	SIEMPRE RATONERO
08/02/2011	NUEVO VENCEDOR
21/02/2011	URONDO
23/02/2011	TU YO DOS
04/03/2011	VIRGEN TERCERA
11/03/2011	CANGURO
11/03/2011	BRIEIRO
13/03/2011	BITACORA PRIMERO
17/03/2011	ANA DA QUINTA
17/03/2011	ANITA CONTI
17/03/2011	VIRIATO
21/03/2011	PEÑIL BARCENA
23/03/2011	NUEVO LIBERTAD
30/03/2011	MARTINA

07/04/2011	GUIÑAMON
08/04/2011	FARO DE ONS
21/04/2011	SIEMPRE DIABLILLO
22/04/2011	GALERNA
27/04/2011	LA PLAYA UNO
28/04/2011	BORMAR III
29/04/2011	NUEVO PEPE MORRUTA
04/05/2011	OS CATRO
04/05/2011	ENSENADA DE MEIRA
27/05/2011	NUEVO LUZ
31/05/2011	CALVAO
06/06/2011	MONTDUVER
16/06/2011	UNIÓN VÁZQUEZ BLANCO
22/06/2011	ABUELA MARIANA
06/07/2011	SARDIÑEIRO
06/07/2011	MARÍA ENCARNITA
09/07/2011	BIEMPICA TRES
09/07/2011	ROQUE DEL AGUILA
12/07/2011	VIRGEN DEL MAR
18/07/2011	LOLO
19/07/2011	MONTSERRAT
26/07/2011	OS MEREXOS
31/07/2011	ELCORDOBES
31/07/2011	BEGOÑA
07/08/2011	ANCAPEMA
09/08/2011	EUGENIO TERCERO
11/08/2011	ANTONIA
17/08/2011	GURE SAN PEDRO
22/08/2011	MANUEL Y ANA
28/08/2011	TXURRUCA
28/08/2011	FRISAN
05/10/2011	TABAR
07/10/2011	LA POLAR
31/10/2011	NUEVO SIDERAL
11/11/2011	CARMEN E PILAR
19/11/2011	SAN BERNABE
23/11/2011	NUEVO HERMANOS CORTABITARTE
23/11/2011	JOSE Y TOMASA
09/12/2011	O KEL
12/12/2011	JULIANA
14/12/2011	ISABEL Y ANTONIO
21/12/2011	HERMANOS ISTILLARTY
28/12/2011	O VULCANO
23/01/2012	PUNTA ROBALEIRA UN
21/02/2012	EL CESAR
23/02/2012	UNION FAMILIAR

12/03/2012	ANDALUCIA SEGUNDO
14/03/2012	PEREIRA E MOÇA
16/03/2012	PLAYA DE ADRA
10/04/2012	ÁNGEL PADRE
11/04/2012	BASIBINA
11/04/2012	MAR DE DIOS
24/04/2012	NUEVO FRANCISCO JAVIER
06/05/2012	LOAMAR SEGUNDO
23/05/2012	CIUTAT DE BENICARLO
05/06/2012	MARIA JOSEFA
29/06/2012	MONTES Y SABINO
04/07/2012	MARTINEZ SEGUNDO
06/07/2012	MI MONTSE
12/07/2012	ENCARNITA DOUS
12/07/2012	SOY DEL MAR
31/07/2012	RENE SEGUNDO
07/08/2012	ANTIA
14/09/2012	PUNTA DE LA MONA
18/09/2012	SERVIOLA UNO
08/10/2012	TUKU TUKU
18/10/2012	COVADONGA PRIMERO
22/10/2012	ANUBAL
27/10/2012	NUEVO RIA ALDAN
09/11/2012	RUMBO AL MAR
14/11/2012	REGINO JESUS
20/11/2012	NUEVO ELMO
02/12/2012	AMABAL 1
07/12/2012	SIEMPRE JOANA
09/12/2012	SIEMPRE AMA BEGOÑACOA
13/12/2012	NOVO MORRIÑA
16/12/2012	PUNTA CANDIEIRA
19/12/2012	IAIO PACURRI
06/01/2013	LORE TRES
19/01/2013	ZAPATEIRO
21/01/2013	SEFI G
21/01/2013	ENJUVIC
24/01/2013	NOVA ANTONIA
29/01/2013	SIEMPRE ESMERALDA
30/01/2013	FRANCISCO PADRE
06/02/2013	COSTERO SEGUNDO
12/02/2013	ECCE HOMO
18/02/2013	NUEVO MONTE CUERTO
21/02/2013	RITA CUATRO
27/02/2013	BAHIA DE CARBONERAS
02/03/2013	L'ONCLE MIQUEL
13/03/2013	NOVA TORTOSINA

28/03/2013	SIEMPRE REINARE
01/04/2013	NERGA A
04/04/2013	SIEMPRE DIANA
04/04/2013	PUNTA LOS PILIS
11/04/2013	DOS HERMANOS
20/04/2013	INMACULADA SEGUNDO
22/04/2013	HERMANOS POLA
22/04/2013	JUAN Y VICTORIA
30/05/2013	JESUS Y MARIA
31/05/2013	PICA II
05/06/2013	PESQUERO
13/06/2013	PAZ GAYO
19/06/2013	BERTO
25/06/2013	SAN BENITO
27/06/2013	O MAR
28/06/2013	EL PONCE
28/06/2013	QUINTO Y FAMILIA
05/07/2013	BARBARA ESTEPONA
08/07/2013	CISNE SEGUNDO
15/07/2013	EL CAÑAVERA
22/07/2013	ESPADIN DOUS
22/07/2013	MARTIN ALBIZU ANAIK
23/07/2013	CANTARES DE CALP
26/07/2013	EL PEÑON
21/08/2013	LUCERO UNO
22/08/2013	PLAYA DE BARES
28/08/2013	BERNARDINO
29/08/2013	VALLE DE ELDA
03/09/2013	EL NENE
04/09/2013	LABERCO
04/09/2013	NUEVO JAROA
05/09/2013	MERCHI
10/09/2013	PLAYA DE ESTORDE
10/09/2013	PLAYA YERBABUENA
11/09/2013	CHONA
12/09/2013	LA CONEJA
26/09/2013	GAREA
01/10/2013	LEAL
02/10/2013	BARREIRO'S
04/10/2013	MAR DE MEDIO
07/10/2013	NUEVO SEGUNDO SERGIO
09/10/2013	BEARRO TERCERO
17/10/2013	PIRINGUELA
31/10/2013	FRANCES
22/11/2013	GHANDI
28/11/2013	TERCERA ISABEL

02/12/2013	JOVEN TERESA
05/12/2013	ALBORADA PRIMERO
06/12/2013	LUPE
11/12/2013	VILA DE CARIÑO
12/12/2013	SEGUNDO HERMANOS PAPIN

8. ANÁLISIS DE LOS ACCIDENTES. DETERMINANDO FRECUENCIAS Y SELECCIONANDO MODELOS DE ALTO NIVEL. CONSTRUYENDO LAS ETAPAS 1 Y 2 DEL FSA

Objetivo

Determinar los riesgos principales en los accidentes estudiándolos por grupos de esloras para poder seleccionar los modelos de riesgo alto nivel que completarán la FSA 2 del FSA. Este capítulo además analizará sucesos con causas y consecuencias de una manera general para poder determinar, teniendo en cuenta los accidentes, cómo se va a llevar a cabo el análisis de riesgos de la etapa 2 del FSA.

1. Introducción

En el capítulo anterior se procedió al análisis de riesgo individual en el mundo de la pesca en España en las embarcaciones de menos de 24 m de eslora L. Se comprobó que los accidentes sucedidos durante el periodo 2000 a 2007 han supuesto una exposición de las tripulaciones superiores a lo acontecido durante el periodo 2008 a 2013.

Se pudo concluir también que en lo relativo a riesgos individuales las embarcaciones de pesca no se encuentran en la zona intolerable, sino en la zona ALARP, notándose un descenso en el número de fallecimientos y en el riesgo individual desde el 2000 hasta el 2013. Aunque en España el riesgo es más alto que en otros sectores este es mucho más bajo que el sector de la pesca a nivel internacional, al tener riesgos individuales por debajo de 10^{-3} de acuerdo con los valores estándar propuestos por Svein [25].

En este capítulo se van analizar más en profundidad los accidentes en las embarcaciones de pesca, poniendo en contexto los fallecimientos que se indicaron en el capítulo anterior.

Gracias a este análisis podrán determinarse qué modelos de alto nivel son necesarios para poder completar la etapa 2 del FSA.

2. Análisis general

En las figuras 8-1 y 8-2 se pueden observar la evolución temporal de los accidentes de pesqueros de menos de 24 en España en el periodo 2000 a 2007 y 2008 a 2013 respectivamente, considerándose aquellos que entrarían en la catalogación de siniestros marítimos, según lo indicado en el apartado 2.9 del “Código de normas internacionales y prácticas recomendadas para la investigación de los aspectos de seguridad y siniestros y sucesos marítimos” adoptado por la OMI [83], atendiendo a sus tipos. Destaca el alto número de hundimientos, en particular para el periodo 2000-2008. Para el primer periodo el número de accidentes que contiene la base de datos es de 609 accidentes con 86 víctimas mortales y el resto en el siguiente periodo, hasta completar 111 víctimas en 14 años.

Secuencia de accidentes en el periodo 2000-2007

Figura 8- 1.Aaccidentes periodo 2000-2007

Figura 8-2. Accidentes periodo 2008-2013

Teniendo en cuenta la evolución de la flota durante estos años la frecuencia de accidentes en términos de accidentes por embarcación y por año ha sido descendente, pudiéndose estimar que la frecuencia en la figura 8-3, con un valor medio de $4 \cdot 10^{-3}$ accidentes por embarcación y por año y que, de acuerdo con las predicciones se podría mantener constante aunque, como se puede ver, con frecuencias variables.

Figura 8-3. Frecuencias de accidentes en flota nacional de eslora L menor de 24 m y predicción ARIMA

La taxonomía establecida por la Comisión de Siniestros CIAIM es distinta a la usada por la Comisión previa bajo el amparo de la Dirección General de Marina Mercante. En este sentido se ha preferido trabajar en la taxonomía anterior adaptando la nueva por ser más sencillo para el doctorando, como se indica en el Anexo 1. Así en la tesis se tendrán en cuenta los accidentes por tipos de sucesos como se indican en la figura 8-4.

Figura 8-4. Tipos de sucesos en accidentes periodo 2000 a 2013, flota pesquera $L < 24\text{ m}$

A la vista de las figuras anteriores destacan los accidentes para las embarcaciones de menos de 7,5 m de eslora. También destaca la colisión como frecuente en las embarcaciones todos los tamaños y junto a ella los hundimientos y las vías de agua.

2.1. Colisión

Las colisiones representan el 19,8% de los accidentes sucedidos. Este accidente es el que más se observa en puertos, rías y aguas costeras. Las consecuencias de la colisión varían entre un ligero daño al casco y la pérdida de la embarcación con fallecimientos. La frecuencia de una colisión con fallecimientos es de un 2,6% de los casos. El número total de fallecimientos reportados es de 6 con 13 heridos. En este sentido no se puede decir que sea uno de los contribuyentes principales a los fallecimientos aunque tenga una frecuencia alta. La colisión es un accidente que se sucede de manera similar en todas las embarcaciones, aunque solamente sucede más frecuentemente en embarcaciones desde 12 m de eslora (es el 30% de los accidentes registrados para el tamaño desde 12 a 24 m de eslora L).

2.2. Escora

La escora representa el 6,7% de los accidentes en las embarcaciones de pesca de menos de 24 m de eslora. Las típicas causas de escora son desplazamiento de la carga. Estos accidentes principalmente suceden en rías y aguas costeras. Las consecuencias varían pero estos accidentes tienen un índice de mortalidad, muy alto en la base de datos con un 62,5% de los accidentes. En caso de embarcaciones menores de 7,5 m de eslora supone el 38% de los accidentes habiéndose producido un total de 8 fallecimientos y 4 heridos. La escora es un tipo de accidente habitual en las embarcaciones de menos de 7,5 m de eslora siendo el 10% de los accidentes de estas embarcaciones.

2.3. Varada

La varada representa el 14,3% de todos los accidentes. Estos accidentes se observan en puertos, aguas costeras o rías. Las varadas se suelen deber principalmente a error humano o fallo en el timón o por deriva después de una caída eléctrica, pérdida de propulsión, etcétera. La varada se produce principalmente en combinación con mal tiempo o mar de fondo. En este tipo de accidente, cuando están catalogados como graves o pérdida total, se produce un fallecimiento en el 11% de los casos, alcanzándose un total de 9 fallecimientos y 4 heridos.

2.4. Vía de agua

Este suceso representa un porcentaje muy alto de accidentes, el 17,9%. Sin embargo la frecuencia de fallecimientos de este tipo de accidentes es muy baja, con un sólo fallecimiento siendo el 0,64% de los accidentes. Las vías de agua suelen acontecer en espacios de máquinas por las penetraciones en el casco. Este accidente se reparte de una manera bastante equitativa a lo largo de todas las esloras. También se puede contemplar que tiene una incidencia baja en las pérdidas totales de las embarcaciones.

2.5. Incendio/Explosión

El incendio y explosión representan en 8,1% de los accidentes estudiados. La causa principal de estos accidentes son los incendios en la habitación y en la cámara de máquinas. No es habitual, sin embargo, los incendios en las bodegas. Las explosiones en cámara de máquinas se asocian principalmente con el motor principal. Los medios de detección y extinción de incendios son los responsables de que el número de muertos en este tipo de accidentes sean bajos. Se puede comprobar que la frecuencia de muertos es baja, con un 2% de los accidentes reportados. El número de heridos es tan alto como el que se produce en las colisiones.

2.6.- Hundimiento

El hundimiento representa el 21,3% de los accidentes sucedidos en embarcaciones de pesca. Típicamente sucede en aguas costeras o mar abierta y difícilmente suceden en rías o puertos. La frecuencia de muertos por hundimiento es del 18,0% de los accidentes. En los informes sobre los accidentes que se han examinado no se llega a determinar la causa raíz del problema de manera clara. Las causas típicas de los accidentes en los que se produce hundimiento son desplazamiento de la carga y entrada de agua. Los

accidentes en este estado operacional se deben principalmente a errores de carga y es el tipo de accidente más relevante tanto por la frecuencia como por las víctimas, acaparando más de un tercio de ellas.

3. Análisis por consecuencias y sucesos

Al estudiar la base de datos teniendo en cuenta la tipología de sucesos y sus consecuencias se obtienen las siguientes consideraciones.

Para los hundimientos se puede comprobar que la pérdida total es la consecuencia más notable, del mismo modo que lo es para los incendios en todas las esloras, siendo elevados para las embarcaciones de menos de 7,5 m de eslora así como para las embarcaciones de 7,5 m a 12 m como se puede ver en la figura 8-5. Otra de las consecuencias es la desaparición de tripulantes, como se puede ver en gris en la figura.

Figura 8-5. Accidentes periodo 2000 a 2013 por esloras.

En el caso de pérdida total el suceso más importante es el hundimiento, la colisión, el incendio/explosión y la varada. Como es de prever los hundimientos, al ser accidentes con pérdida total, tendrán impacto en la tesis al llevar también asociada la pérdida de vidas humanas.

Las averías en el casco tienen porcentajes muy altos asociadas a vías de agua pero destaca la consecuencia de pérdida total en porcentajes particularmente altos en embarcaciones entre 12 m y 15m de eslora (29%) y 15 a 18 metros de eslora (21,4%).

En relación con las averías en las máquinas destaca el incendio y la explosión para casi todas las esloras, oscilando entre el 30% y el 50%. En este caso particular el hundimiento de la embarcación es relevante en las embarcaciones entre 12 y 15 m de eslora (17%) y entre 15 y 18 m de eslora (14%). También destaca la varada y vía de agua.

Otro de los aspectos que se puede apreciar es la asociación entre los accidentes de consecuencias de averías en el casco y máquinas con el efecto de colisión, varada y vía de agua. Esto es así para todas las esloras.

La caída al mar u hombre al agua el número de accidentes se supone que es bajo. El suceso que más destaca para la caída al mar es la escora en las embarcaciones menores, las de menos de 7,5 m de eslora (45%) las embarcaciones entre 7,5 y 12 m de eslora (25%) y las embarcaciones de entre 15 y 18 m de eslora (17%). Como era de esperar en embarcaciones mayores la escora no es un suceso relevante para la

caída al mar. Esto lleva a indicar que la caída al mar puede deberse a accidentes laborales a bordo, no obstante desde ese momento pasa a ser seguridad de la vida humana en la mar.

Finalmente al catalogar las consecuencias algunos sucesos aparecen catalogados como “otros”, que no se podrán estudiar en esta tesis, aunque tendrán impacto cuantitativo. Todo lo anterior se puede visualizar en las tablas 8-1 y 8-2.

Tabla 8-1: Tipos de suceso por eslora en el periodo 2000-2013 mostrando para cada suceso los porcentajes por eslora (sumas en vertical y agrupados por consecuencia del siniestro).

EFFECTOS DE ACCIDENTES POR ESLORAS (TODOS) en %

	CAIDA AL MAR	COLISION	DESAPARICION	ESCORA	LLO MECANICALLO ESTRUCTURA	HUNDIMIENTO	INCENDIO/EXPLOSION	OTRO	VARADA	VIA DE AGUA
L <7,5 m	0%	28%	0%	75%	0%	0%	59%	30%	34%	40%
7,5 m ≤ L <12 m	0%	14%	25%	13%	50%	50%	15%	18%	23%	19%
12 m ≤ L < 15 m	0%	24%	25%	3%	50%	50%	8%	14%	9%	15%
15 m ≤ L < 18 m	0%	12%	0%	0%	0%	0%	8%	12%	3%	3%
18 m ≤ L < 24 m	100%	23%	50%	9%	0%	0%	11%	26%	31%	23%

EFFECTOS DE ACCIDENTES POR ESLORAS, con consecuencia de PERDIDA TOTAL, en %

	CAIDA AL MAR	COLISION	DESAPARICION	ESCORA	LLO MECANICALLO ESTRUCTURA	HUNDIMIENTO	INCENDIO/EXPLOSION	OTRO	VARADA	VIA DE AGUA
L <7,5 m	0%	42%	0%	75%	0%	0%	55%	33%	0%	67%
7,5 m ≤ L <12 m	0%	15%	0%	25%	0%	0%	16%	6%	0%	13%
12 m ≤ L < 15 m	0%	23%	100%	0%	0%	0%	8%	22%	0%	20%
15 m ≤ L < 18 m	0%	12%	0%	0%	0%	0%	8%	22%	0%	0%
18 m ≤ L < 24 m	0%	8%	0%	0%	0%	0%	13%	17%	0%	33%

EFFECTOS DE ACCIDENTES POR ESLORAS, con consecuencia de AVERIAS EN EL CASCO, en %

	CAIDA AL MAR	COLISION	DESAPARICION	ESCORA	LLO MECANICALLO ESTRUCTURA	HUNDIMIENTO	INCENDIO/EXPLOSION	OTRO	VARADA	VIA DE AGUA
L <7,5 m	0%	20%	0%	100%	0%	0%	75%	43%	0%	52%
7,5 m ≤ L <12 m	0%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	29%	0%	17%
12 m ≤ L < 15 m	0%	30%	0%	0%	0%	0%	13%	0%	0%	9%
15 m ≤ L < 18 m	0%	14%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	9%
18 m ≤ L < 24 m	0%	25%	0%	0%	0%	0%	13%	29%	0%	13%

EFFECTOS DE ACCIDENTES POR ESLORAS con consecuencia AVERIAS EN LA MÁQUINA, en %

	CAIDA AL MAR	COLISION	DESAPARICION	ESCORA	LLO MECANICALLO ESTRUCTURA	HUNDIMIENTO	INCENDIO/EXPLOSION	OTRO	VARADA	VIA DE AGUA
L <7,5 m	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	29%	0%	33%
7,5 m ≤ L <12 m	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	29%	0%	17%
12 m ≤ L < 15 m	0%	0%	0%	0%	100%	0%	33%	14%	0%	17%
15 m ≤ L < 18 m	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	0%	0%	17%
18 m ≤ L < 24 m	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	29%	0%	17%

EFFECTOS DE ACCIDENTES POR ESLORAS con consecuencia de CAIDA AL MAR en %

	CAIDA AL MAR	COLISION	DESAPARICION	ESCORA	LLO MECANICALLO ESTRUCTURA	HUNDIMIENTO	INCENDIO/EXPLOSION	OTRO	VARADA	VIA DE AGUA
L <7,5 m	0%	100%	0%	77%	0%	0%	100%	0%	31%	100%
7,5 m ≤ L <12 m	0%	0%	33%	14%	100%	0%	0%	0%	22%	0%
12 m ≤ L < 15 m	0%	0%	0%	5%	0%	100%	0%	0%	9%	0%
15 m ≤ L < 18 m	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%
18 m ≤ L < 24 m	100%	0%	67%	5%	0%	0%	0%	0%	34%	0%

Tabla 8-2: Tipos de suceso por eslora en el periodo 2000-2013 mostrando para eslora cómo se distribuyen los sucesos (sumas en horizontal) y agrupados por consecuencia del siniestro.

EFFECTOS DE ACCIDENTES POR ESLORAS (TODOS) en %											
	CAIDA AL MAR	COLISION	DESAPARICION	ESCORA	FALLO MECANICO	FALLO ESTRUCTURAL	HUNDIMIENTO	INCENDIO/EXPLOSION	OTRO	VARADA	VIA DE AGUA
L <7,5 m	0,00%	13,31%	0,00%	9,68%	0,00%	0,00%	31,05%	6,05%	4,84%	13,71%	22,98%
7,5 m ≤ L <1	0,00%	14,16%	0,88%	3,54%	0,88%	0,88%	16,81%	7,96%	7,08%	14,16%	33,63%
12 m ≤ L < 1	0,00%	30,77%	1,10%	1,10%	1,10%	1,10%	12,09%	7,69%	3,30%	14,29%	27,47%
15 m ≤ L < 1	0,00%	27,45%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	19,61%	11,76%	1,96%	5,88%	33,33%
18 m ≤ L < 2	0,00%	23,48%	1,74%	2,61%	0,00%	0,00%	12,17%	11,30%	9,57%	17,39%	20,87%

EFFECTOS DE ACCIDENTES POR ESLORAS, con consecuencia de PERDIDA TOTAL, en %											
	CAIDA AL MAR	COLISION	DESAPARICION	ESCORA	FALLO MECANICO	FALLO ESTRUCTURAL	HUNDIMIENTO	INCENDIO/EXPLOSION	OTRO	VARADA	VIA DE AGUA
L <7,5 m	0,00%	13,25%	0,00%	3,61%	0,00%	0,00%	59,04%	7,23%	0,00%	12,05%	4,82%
7,5 m ≤ L <1	0,00%	18,18%	0,00%	4,55%	0,00%	0,00%	63,64%	4,55%	0,00%	9,09%	0,00%
12 m ≤ L < 1	0,00%	28,57%	4,76%	0,00%	0,00%	0,00%	33,33%	19,05%	0,00%	14,29%	0,00%
15 m ≤ L < 1	0,00%	21,43%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	50,00%	28,57%	0,00%	0,00%	0,00%
18 m ≤ L < 2	0,00%	10,53%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	63,16%	15,79%	0,00%	0,00%	10,53%

EFFECTOS DE ACCIDENTES POR ESLORAS, con consecuencia de AVERIAS EN EL CASCO, en %											
	CAIDA AL MAR	COLISION	DESAPARICION	ESCORA	FALLO MECANICO	FALLO ESTRUCTURAL	HUNDIMIENTO	INCENDIO/EXPLOSION	OTRO	VARADA	VIA DE AGUA
L <7,5 m	0,00%	33,33%	0,00%	2,38%	0,00%	0,00%	14,29%	7,14%	0,00%	28,57%	14,29%
7,5 m ≤ L <1	0,00%	35,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	10,00%	0,00%	20,00%	35,00%
12 m ≤ L < 1	0,00%	72,41%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,45%	0,00%	0,00%	6,90%	17,24%
15 m ≤ L < 1	0,00%	58,82%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	11,76%	29,41%
18 m ≤ L < 2	0,00%	68,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,00%	8,00%	0,00%	12,00%	8,00%

EFFECTOS DE ACCIDENTES POR ESLORAS con consecuencia AVERIAS EN LA MÁQUINA, en %											
	CAIDA AL MAR	COLISION	DESAPARICION	ESCORA	FALLO MECANICO	FALLO ESTRUCTURAL	HUNDIMIENTO	INCENDIO/EXPLOSION	OTRO	VARADA	VIA DE AGUA
L <7,5 m	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	5,00%	30,00%	0,00%	10,00%	55,00%
7,5 m ≤ L <1	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	8,33%	50,00%	0,00%	8,33%	41,67%
12 m ≤ L < 1	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	8,33%	0,00%	16,67%	25,00%	0,00%	8,33%	41,67%
15 m ≤ L < 1	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	14,29%	0,00%	0,00%	14,29%	71,43%
18 m ≤ L < 2	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	8,33%	50,00%	0,00%	8,33%	33,33%

EFFECTOS DE ACCIDENTES POR ESLORAS con consecuencia de CAIDA AL MAR en %											
	CAIDA AL MAR	COLISION	DESAPARICION	ESCORA	FALLO MECANICO	FALLO ESTRUCTURAL	HUNDIMIENTO	INCENDIO/EXPLOSION	OTRO	VARADA	VIA DE AGUA
L <7,5 m	0,00%	8,11%	0,00%	45,95%	0,00%	0,00%	13,51%	0,00%	27,03%	2,70%	2,70%
7,5 m ≤ L <1	0,00%	0,00%	8,33%	25,00%	8,33%	0,00%	0,00%	0,00%	58,33%	0,00%	0,00%
12 m ≤ L < 1	0,00%	0,00%	0,00%	16,67%	0,00%	16,67%	0,00%	0,00%	50,00%	0,00%	16,67%
15 m ≤ L < 1	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
18 m ≤ L < 2	6,67%	0,00%	13,33%	6,67%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	73,33%	0,00%	0,00%

En la figura 8-6 se indican los accidentes con pérdida total por eslora de las embarcaciones, que estarían asociadas a pérdidas económicas más importantes.

Figura 8-6. Sucesos por tipo y número con resultado de pérdida total.

En los accidentes del año 2000 a 2013 con pérdidas totales destaca el número importante de embarcaciones de menos de 7,5 m de eslora asociado a un número de fallecimientos alto. En este sentido se puede interpretar que los accidentes con pérdida total en este tipo de embarcación lleva asociada la muerte.

En el tramo desde 7,5 m hasta 12 m de eslora L destaca también el número significativo de pérdidas de embarcación, frente al resto de la muestra. El tamaño de las tripulaciones es mayor y sin embargo el número de fallecimientos en menor comparado con las embarcaciones más pequeñas.

A continuación destaca de manera sobresaliente el tramo de las embarcaciones comprendidas entre 15 a 24 m.

4. Análisis combinado de sucesos y causas por eslora

Cuando se analizan los accidentes combinando sucesos y causas de los mismos, tal y como se indica en la tabla 8-3, agrupando por grupos de esloras, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- En las embarcaciones de menos de 7,5 m de eslora el número de colisiones por fallo humano suponen casi el total. En el caso del hundimiento la causa desconocida es habitual. Se ha podido comprobar que existe falta de investigación en estos accidentes, posiblemente debidas a la falta de información por tener tripulaciones de una sola persona. También para estos accidentes, en el rango de escora de menos de 7,5 m de eslora, la escora sucede por causas desconocidas o por mal tiempo principalmente. Adicionalmente destacan las varadas por fallo humano y la vía de agua por fallo de material. Del mismo modo destaca el hundimiento por mal tiempo.
- En las embarcaciones entre 7,5 m y 12 m de eslora también se repite el suceso de escora por causas desconocidas y por mal tiempo. En este sentido se podría explorar particularmente la escora para embarcaciones menores con el objetivo de encontrar posibles medidas para control del riesgo.

- En las embarcaciones entre 12 m y 15 m de eslora destaca la escora y el hundimiento por mal tiempo. La desaparición aparece como el único efecto al que se le ha atribuido una causa. El hundimiento por mal tiempo aparece como un elemento recurrente. En las embarcaciones de entre 12 y 15 m de eslora destaca la colisión por fallo humano y los fallos estructurales por causas desconocidas.
- En las embarcaciones entre 15 y 18 m destaca el hundimiento por mal tiempo. También destaca la colisión y la varada por fallo humano en las embarcaciones en este rango de esloras.
- Finalmente para las embarcaciones entre 18 y 24 m de eslora es patente el hundimiento es por mal tiempo y la caída al mar por fallo humano.

Lo anterior se puede visualizar en la figura 8-7. En general para todas las esloras los hundimientos están repartidos, destacando causas desconocidas y por debajo el fallo humano, el fallo de material y el mal tiempo. En relación a las varadas destaca el fallo humano y las causas desconocidas. Para las escoras destacan tanto las causas desconocidas como el mal tiempo.

Figura 8-7. Accidentes por causas en porcentajes.

En el Anexo 2 a este capítulo se pueden ver cómo se reparten los accidentes en número en esta misma figura.

Tabla 8-3: accidentes divididos por esloras por causa y tipo (% de accidentes sobre todas las esloras- % Subtotales sobre todas las esloras)

		Caída al mar	Colisión	Desapariç.	Escora	Fallo estr.	Fallo mecánico	Hund.	Incendio/ explosión	Otro	Varada	Vía de agua
L < 7,5 m	Desconocida	0%	1%	0%	28%	0%	0%	30%	10%	21%	4%	13%
	Fallo humano	0%	25%	0%	16%	0%	0%	3%	0%	15%	23%	2%
	Fallo material	0%	1%	0%	6%	0%	0%	11%	20%	0%	7%	21%
	Mal tiempo	0%	2%	0%	25%	0%	0%	13%	0%	0%	7%	0%
	Sin especificar	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%
	Subtotal	0%	29%	0%	75%	0%	0%	57%	30%	35%	40%	36%
7,5 m ≤ L < 12 m	Desconocida	0%	1%	25%	3%	0%	0%	7%	8%	18%	4%	8%
	Fallo humano	0%	11%	0%	3%	0%	0%	3%	2%	6%	7%	2%
	Fallo material	0%	2%	0%	0%	0%	50%	4%	8%	0%	4%	13%
	Mal tiempo	0%	0%	0%	6%	0%	0%	2%	0%	0%	5%	1%
	Subtotal	0%	14%	25%	13%	0%	50%	15%	18%	24%	19%	24%
12 m ≤ L < 15 m	Desconocida	0%	0%	25%	0%	100%	0%	3%	8%	3%	4%	6%
	Fallo humano	0%	23%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	6%	8%	0%
	Fallo material	0%	0%	0%	0%	0%	50%	3%	6%	0%	2%	9%
	Mal tiempo	0%	1%	0%	3%	0%	0%	1%	0%	0%	1%	1%
	Subtotal	0%	24%	25%	3%	100%	50%	9%	14%	9%	15%	16%
15 m ≤ L < 18 m	Desconocida	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	10%	0%	0%	6%
	Fallo humano	0%	10%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	2%	0%
	Fallo material	0%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	2%	0%	0%	3%
	Mal tiempo	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	1%	1%
	Subtotal	0%	12%	0%	0%	0%	0%	8%	12%	3%	4%	11%
18 m ≤ L < 24 m	Desconocida	0%	0%	50%	3%	0%	0%	5%	12%	18%	0%	8%
	Fallo humano	100%	18%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	12%	17%	1%
	Fallo material	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	14%	0%	4%	6%
	Mal tiempo	0%	3%	0%	6%	0%	0%	1%	0%	3%	1%	1%
	Subtotal	100%	23%	50%	9%	0%	0%	11%	26%	32%	24%	15%

4. Análisis de frecuencias de los siniestros. Consideración de grupos de esloras estadísticamente significativos

Para poder trabajar en grupos de esloras se ha determinado si los accidentes en cada uno de los tramos de esloras constituyen una muestra significativa. Para ello, en base al tamaño medio de la flota durante el periodo 2000 a 2013 se calculará la muestra mínima significativa para cada una de las poblaciones estadísticas. Si las muestras de accidentes con información adecuada para poder llevar a cabo un análisis posterior es suficiente entonces se podrán mantener tramos discretos. Por contra, si esto no es posible, será necesario agrupar esloras a sabiendas de que los modelos serían más imprecisos, aunque las probabilidades más exactas. Se llevó a cabo un análisis utilizando un muestreo no aleatorio con los accidentes ya acontecidos (84)

La muestra estratificada se seleccionó en base a las ecuaciones:

$$n_o = \left(\frac{z}{\varepsilon} \right)^2 \cdot p \cdot q$$

$$n = \frac{n_o}{\left(1 + \frac{n_o}{N} \right)}$$

n_o : Cantidad teórica de elementos de la muestra.
 N : Número total de elementos que conforman la población, o número de estratos totales de la población.
 z : Valor estandarizado en función del grado de confiabilidad de la muestra calculada, en este caso trabajando con un 95 % de confiabilidad la muestra seleccionada, entonces el valor estandarizado asumir es igual a 1.96 (Para dos colas).
 ε : Error asumido en el cálculo, que será de 0,05, un 5%, por ser N mayor de 10.
 q : probabilidad de la población que no presenta las características, Para $N \geq 160$ se asume $q = 0,05$ hasta 0,20 (del 5 al 20 %).
 p : Probabilidad de la población que presenta las características. Dicho de una forma más comprensible, es la probabilidad que tiene la muestra en poseer las mismas cualidades de la población (homogeneidad) y está determinada por: $p + q = 1$ (Probabilidad máxima) [$p = 1 - q$]
 n : tamaño de la muestra mínima representativa

Así se obtienen los datos de la tabla 8-4 que indica en verde las muestras representativas.

Tabla 8-4: Evaluación de muestras para determinar muestras representativas

	Número de embarcaciones promedio en el periodo 2000-2013	Número de accidentes	Muestra mínima	Número de accidentes con información suficiente	Muestra representativa
$L < 7,5$ m	2760	444	109	88	No
$7,5 \text{ m} \leq L < 12$ m	5359	168	111	222	Sí
$12 \text{ m} \leq L < 15$ m	1090	114	103	67	No
$15 \text{ m} \leq L < 18$ m	726	89	98	60	No
$18 \text{ m} \leq L < 24$ m	1360	164	105	72	No
$L < 12$ m	8119	612	112	325	Sí
$12 \text{ m} \leq L < 24$ m	3176	367	110	199	Sí
$15 \text{ m} \leq L < 24$ m	2086	253	108	132	Sí

Se concluye que no es posible dividir en tramos de eslora discretos del mismo modo que se ha hecho en los apartados anteriores, por lo que se van a considerar tramos de eslora de más y menos de 12 m de eslora, con una posible consideración en los modelos a tramos entre 7,5 y 12 m y entre 15 y 24 m de eslora.

Teniendo esto en cuenta se comprueba en primer lugar que en las embarcaciones de menos de 12 m de eslora las frecuencias de accidente se mantienen constantes, mientras que para las embarcaciones desde 12 m de eslora el descenso es más notable, tal y como se puede comprobar en las figuras 8-8 y 8-9.

Figura 8-8. Frecuencia de accidentes L menor de 12 m para periodo 2000-2013

Así se puede hacer una previsión de $5 \cdot 10^{-3}$ accidentes/embarcación año para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora y una frecuencia de accidentes del siguiente modo en el futuro, con un valor medio de $7 \cdot 10^{-3}$ para las embarcaciones desde 12 m de eslora.

Figura 8-9. Frecuencia de accidentes desde 12 m L para periodo 2000-2013

Las previsiones que se muestran en el Anexo 3 permiten aventurar que las frecuencias de accidentes son casi constantes para las embarcaciones de pesca en distintos tramos de eslora. Esto es indicativo de que es complejo trabajar para reducir estas frecuencias aún más. Este hecho coincide con lo que se indicó en el capítulo 7 relativo a cómo se han reducido los accidentes en España y en los países europeos y la falta de continuidad en los descensos.

5. Fallecimientos en los accidentes y análisis de frecuencias de fallecimientos

A la hora de analizar los accidentes por fallecimientos y sus causas, se puede comprobar que, si bien la causa desconocida sigue suponiendo una de las causas principales de los accidentes en los que hay fallecimientos, el fallo humano tiene un efecto predominante.

Así el 30% de las víctimas mortales han acontecido con esa causa como desencadenante aparente, seguido de la causa desconocida y el fallo material. La figura 8-10 permitiría descartar la entrada de agua como una causa directa de accidentes y obliga a investigar el fallo de material, que engloba el fallo de los equipos y maquinaria a bordo, el fallo humano y el mal tiempo.

Figura 8-10. Fallecimientos por causa, periodo 2000-2013.

Analizando los accidentes con fallecimientos de las embarcaciones de pesca por esloras (en las que se ha mantenido los porcentajes relativos para cada tramo de eslora) se obtiene la figura 8-11 en la que se puede ver de nuevo que el suceso de hundimiento es el contribuyente principal, destacando en las embarcaciones entre 15 y 18 m de eslora. La escora es relevante en las embarcaciones de hasta 12 m de eslora. Con esta gráfica se demuestra que el hundimiento del buque es el suceso principal que trae como consecuencias los fallecimientos, aunque la escora es significativa.

Figura 8-11. Fallecimientos por efecto y eslora. Los valores no son acumulativos: p.ej. donde se da +100% se debe leer que es una franja de esloras, hundimiento es el 100% de las fallecimientos entre 15 y 18 m.

Tal y como se hizo en el apartado anterior, si para el periodo 2000 a 2013 se calcula el número de fallecimientos por embarcación y por año se obtiene la figura 8-12.

Figura 8-12. Frecuencia de fallecimientos, embarcaciones de menos de 24 m de eslora.

Esta figura contiene las medias móviles con un intervalo de confianza del 95% y da una dispersión bastante amplia en lo relativo a fallecimientos por embarcación y por año para todo el periodo 2000 a 2013. Si se divide en dos periodos de 2000 a 2007 y 2008 a 2013 se encuentran dos bandas interesantes, que coinciden con el riesgo individual calculado en el capítulo anterior, observándose una caída de las frecuencias. En este caso las frecuencias no cuentan con el parámetro de exposición en los riesgos individuales.

En lo que respecta a las frecuencias de fallecimientos en los accidentes para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora se obtiene la figura 8-13 y para las embarcaciones desde 12 m de eslora la figura 8-14.

Figura 8-13. Frecuencias de fallecimientos en embarcaciones de menos de 12 m de eslora L.

Figura 8-14. Frecuencias de fallecimientos en embarcaciones desde 12 m de eslora L .

Teniendo en cuenta los riesgos individuales se puede comprobar que el número de fallecimientos en las embarcaciones de menos de 12 m de eslora ha descendido de manera significativa. Esto no es así en las embarcaciones de más de 12 m de eslora donde aparecen más constantes si se excluyen los años 2004 y 2005 (años en los que la frecuencia de fallecimientos fue anormalmente alta).

Tanto para uno como otro tramo de eslora se comprueba que no es sencillo hacer previsiones de fallecimientos anuales y que los fallecimientos son muy sensibles a los accidentes.

6. Análisis por regiones

Se puede comprobar que Galicia y Andalucía son las regiones con más accidentes, tal y como se indica en la figura 8-15, en línea con su gran flota pesquera y previsiblemente aquellas donde el impacto es más sensible. Dado que esta tesis es para la flota nacional no se diferenciará por zonas, pero se deja abierta la posibilidad de desarrollar un trabajo similar a éste centrado solamente en una de esas regiones poniendo en contexto económico los accidentes, al comparar los PIB de la pesca con el de esas regiones.

Figura 8-15. Accidentes por regiones.

7. Conclusiones

Las tablas y figuras de este capítulo permiten conocer por tramos de eslora la causa/efecto y consecuencias principales de los accidentes, dando una visión de en qué sucesos y tramos de esloras se deben basar los modelos de la FSA 2 y el alcance de las opciones de control del riesgo de la FSA 3.

Los sucesos que más destacan son la vía de agua, la colisión y el hundimiento. Lamentablemente los tipos de sucesos no son incompatibles, esto es, un defecto estructural o una varada puede dar lugar al hundimiento de la embarcación. No obstante en la base de datos de accidentes se registra el más relevante.

En algunos tipos de accidentes, como en la caída al mar, la colisión y la varada, destaca el fallo humano asociado a errores en la navegación y, en el caso de caída al mar, en la falta de formación. En los fallos mecánicos destaca el fallo material.

Por porcentajes de accidentes destaca la colisión por fallo humano, el hundimiento por mal tiempo y por causas desconocidas, la vía de agua por fallo de material o por causa desconocida.

En relación con la escora, significativa solamente para embarcaciones menores de 12 m de eslora, se confirma que el fallo humano no forma parte de todos los accidentes sino que destaca el mal tiempo, introduciéndose el factor humano en un 20% de los casos. En relación con el hundimiento destaca este por causas desconocidas y fallo material. En este caso el fallo humano también tiene unos valores bajos.

Por datos destacan los casos de colisión por fallo humano, hundimiento y vía de agua, destacando en particular el fallo humano para los casos de caída al mar, colisión, la escora y la varada. En relación con los incendios las causas suelen ser desconocidas para la base de datos de accidentes. La vía de agua se supone por fallo humano, entendiéndose que se ha facilitado la entrada de agua bordo, lo cual coincide con la hipótesis de que los cascos son robustos y que existe un problema de aberturas en el casco y en superestructuras y casetas.

En relación con el fallo humano el análisis indica que en pesqueros la tendencia natural que indica que los fallos humanos sean la causa del 80% de los accidentes no sería correcta.

Agrupados por esloras, se puede observar que aquellos porcentajes en los que un tipo de suceso se combina con una causa son muy altos y merecen especial atención. Se ha de tener en cuenta que puede ser debido a que la base de datos no esté lo suficientemente poblada pero también obedece a que es relevante.

En un número considerable de informes destacan las causas desconocidas de los accidentes, tanto en desapariciones como en hundimientos, incendios y vías de agua. Por ello un número significativo de accidentes quedarán descartados de los modelos por falta de información suficiente.

Finalmente se quiere indicar la gran variabilidad de las frecuencias, lo cual supone que existe una dificultad añadida para reducir estas. Se observa una tendencia descendente pero cualquier accidente con fallecidos dispara las estadísticas con respecto a años anteriores. Esto coincide con la idea de que no es sencillo regular para reducir aún más los fallecimientos.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se confirmaría, a priori, que para la etapa 2 del FSA es necesario centrarse en análisis de los riesgos en los tipos de sucesos indicados anteriormente, esto es: colisión, varada/vía de agua y hundimiento a los que se les debe unir la escora y la explosión/ incendio centrados en particular en las pérdidas económicas y la pérdida de vidas humanas.

Capítulo 8. Anexo 1. Análisis de los accidentes en el periodo 2000 a 2013. Combinación taxonomía primitiva y actual

De una manera gráfica se procede a agrupar por esloras para cada tipo de suceso, obteniéndose los siguientes valores que muestran para cada eslora cómo se distribuyen los sucesos (los porcentajes restantes hasta el 100% son los que corresponden desconocidos) para el periodo 2000 a 2007 obteniéndose la gráfica de la figura 8A1-1.

Figura 8A1-1

Que se traducen en los siguientes para los 600 accidentes que se han considerado en la figura 8A1-2 por esloras y la figura 8A1-3 por tipo de suceso.

Figura 8A1-2

Figura 8A1-3

Por otro lado para el periodo 2008-2013 se obtiene lo indicado en las figuras 8A1-4 y 8A1-5

Figura 8A1-4

Figura 8A1-5

Para considerar el periodo 2000-2013 en su totalidad se ha elaborado la tabla 8 A1-1 de referencia referencias cruzadas para poder unir las dos bases de datos y poder hacer un estudio completo:

Tabla 8 A1-1 Referencias cruzadas de taxonomía de accidentes en los periodos

Ref.	Periodo 2000-2007		Periodo 2008-2013	Ref.
1	Caída al mar		Abordaje	2
2	Colisión		Accidente Operacional/Hombre al agua	1 ó 3
3	Desaparición		Colisión contra un objeto	2
4	Escora		Daño al barco o al equipo	5
5	Fallo Mecánico		Evento no accidental	9
6	Fallo Estructural		Fallo estructural	6
7	Hundimiento		Incendio/Explosión	8
8	Incendio/Explosión		Inundación/Hundimiento	7 u 11
9	Otro		Perdida de Control	9
10	Varada/Vía de Agua		Varada/Embarrancada	10
11	Vía de Agua		Vuelco/Escora	4

Con lo que para el periodo 2008-2013 da lugar a los resultados de la figura 8A1-7 de acuerdo a la taxonomía primitiva:

Figura 8A1-6

Con lo que el conjunto se puede representar tal y como se indica en las figuras 8A1-7 y 8A1-8 que mantienen una similitud con las figuras 8A1-1 y 8A1-2.

Figura 8A1-7

Figura 8A1-8

Capítulo 8. Anexo 2. Tipos de sucesos vs causas.

Figura 8A2-1

Capítulo 8. Anexo 3. Análisis de los accidentes en el periodo 2000 a 2013. Predicciones.

Figura 8A3-1. Predicción ARIMA (1,1,1) accidentes $L < 12$

Figura 8A3-2 Predicción ARIMA (1,1,1) accidentes $L \geq 12$

Figura 8A3-3. Predicción ARIMA (1,1,1) fallecimientos $L \geq 12m$.

9. CÁLCULO DE PÉRDIDAS POTENCIALES DE VIDAS HUMANAS. PLL Y CÁLCULO DE RIESGO COLECTIVO. CONSTRUYENDO LAS ETAPAS 1 Y 2 DEL FSA

Objetivo

Una vez calculados los riesgos individuales y examinada la base de datos de accidentes desde un punto de vista general, se va a calcular la pérdida potencial de vidas humanas en los distintos tipos de siniestros y el riesgo colectivo, que permitirá trabajar en el análisis de riesgos de la etapa 2 del FSA. En el análisis de riesgos se debe seleccionar la metodología más adecuada. Para ello será necesario dotarse de una herramienta que permita evaluar el ajuste de esa metodología a la base de datos histórica de accidentes, así como predecir probabilidades.

1. Introducción

En el capítulo 6 se analizaron los fallecimientos en los accidentes de las embarcaciones de menos de 24 m de eslora introduciendo parámetros de riesgo individual. En ese capítulo se calcularon los parámetros de exposición FAR y AIR, planteándolos en el contexto global de los accidentes del sector marítimo y de la industria española. Se pudo comprobar que los pescadores están sometidos a un riesgo individual en el entorno de $5 \cdot 10^{-4}$ durante el periodo 2000 a 2007, y de $3 \cdot 10^{-4}$ para el periodo 2008-2013, ligeramente inferior al riesgo medio para estas embarcaciones [25], lo cual indicaría que los tripulantes en las embarcaciones de pesca de menos de 24 m de eslora españolas tienen un riesgo individual inferior al valor medio global estimado.

Sin embargo hasta el momento no se ha considerado el riesgo colectivo, que fue introducido en el capítulo 4 de la tesis. También se recordará que uno de los elementos más interesantes en los análisis de riesgos y en el FSA es el diagrama F-N, con sus zonas ALARP.

Este capítulo presentará el cálculo de la pérdida potencial de vidas humanas con el objetivo de determinar las curvas F-N que servirán más adelante para comprobar la consistencia del análisis de riesgo de la etapa 2. Así mismo se terminarán de definir los intervalos de esloras de trabajo y los tipos de sucesos que se apuntaron en los capítulos anteriores. Este paso es necesario para poder posteriormente calibrar los análisis de riesgos a realizar.

Esto permitirá avanzar de una manera más consistente en la tesis para poder establecer el nivel de seguridad.

2. Cálculo de pérdida potencial de una vida

Se define la pérdida potencial de una vida (PLL) (*average potential loss of life*) como el número de tripulantes que han fallecido tras estar expuestos a uno o varios riesgos (para el caso de la tesis un efecto o la combinación de varios) por embarcación y por año.

Teniendo en cuenta la definición y la base de accidentes de la que se dispone se procede a calcular los PLLs de la base de datos, de acuerdo a los tramos de eslora establecidos en el RD 543/2007 [7]¹⁴. Esto servirá para plantear medidas de control del riesgo en los grupos que establece el RD, pero principalmente para esloras, desde y debajo de 12 m. Con esta última división se consigue un número significativo de siniestros para poder trabajar en un análisis de riesgo en la metodología del FSA, y en línea con la división principal que plantea esta legislación en los 12 m de eslora (equivalente a 15 m de eslora total).

¹⁴ Las establecidas en el RD 543/2007 van $L < 7,5$ m de eslora, $7,5 \text{ m} \leq L < 12$ m, $12 \text{ m} \leq L < 15$ m, $15 \text{ m} \leq L < 18$ m, $18 \leq L < 24$ m, pudiéndose hacer otra división por embarcaciones de pesca local, litoral, altura y gran altura.

Así para el periodo 2000 a 2007 se obtienen los valores indicados en la tabla 9-1 y para el periodo 2000 a 2013 los valores indicados en la tabla 9-2. Estas tablas son muy útiles y dan una idea de la exposición a cada uno de los tipos de sucesos de acuerdo al histórico, teniendo en cuenta cómo eran los resultados en el periodo 2000-2007, frente al acumulado 2000-2013, lo cual indica una mejora de algunos de los valores, pero no en todos los tramos.

A la hora de examinar las tablas destacan los accidentes por hundimiento, que presentan los PLL más altos. Se puede comprobar que para todos los rangos de esloras los PLL por hundimiento se mantienen, en línea con las frecuencias. Destacan las escoras en embarcaciones menores.

3. Riesgo colectivo

El riesgo colectivo se definió en el capítulo 4 como el riesgo medio para todas las personas expuestas, aunque sólo lo estén una vez al año, no siendo específico de la persona y del lugar [3].

Normalmente se considera que el riesgo colectivo en términos de riesgo de fallecimiento está ligado al PLL y suele expresarse en forma de diagramas F-N. En general la reacción del público y los medios a un accidente catastrófico sirve para justificar el criterio F-N, así un accidente con x fallecimientos tiene más efecto que x accidentes con 1 fallecimiento, ya que la sociedad tiende a dar un peso mayor a los accidentes infrecuentes con múltiples víctimas [70].

El criterio F-N se basa en dos aspectos esenciales:

- El riesgo aceptable debería reflejar el valor económico de la actividad que lleva a cabo la embarcación. Cuanto mayor es la contribución económica, típicamente asociada a embarcaciones más grandes, se permite imponer mayores riesgos colectivos. En este caso las embarcaciones de pesca son pequeñas, al tener menos de 24 m de eslora, por lo que los riesgos colectivos que se deben imponer son menores.
- La frecuencia de los accidentes muy significativos debe ser inversamente proporcionales al número de fallecimientos.

Como se indicó en el capítulo 6 un criterio por curvas F-N suele marcar riesgos más altos. Por el contrario el criterio coste beneficio, por ejemplo con el uso del GCAF o el NCAF, usa medidas integradas del riesgo de accidente (como se verá cuando se estime el nivel de seguridad y el análisis completo FSA) y es más conservador en la medida del riesgo. Se podría por tanto pensar que el criterio coste beneficio considera automáticamente un riesgo colectivo cuantitativo más acertado [70].

En relación a cómo considerar los diagramas F-N en el contexto industrial español se ha de notar que aunque las comparaciones adecuadas se obtienen en base a los datos históricos en otras industrias, el riesgo colectivo no puede aplicarse indistintamente de una industria a otra ya que los beneficios de éstas (que determinan la zona ALARP) son distintos entre sí. Además, en el sector marítimo en general, ha existido una tendencia a apartarse del riesgo colectivo del sector industrial en su conjunto y, por tanto de representaciones como las del diagrama F-N [71].

No obstante para las embarcaciones de pesca los diagramas sí que pueden compararse con otras empresas de otros sectores si se consideran tamaños similares de empresas y siempre y cuando las zonas ALARP no estén muy separadas entre sí.

		L<7,5	7,5≤L<12	12≤L<15	15≤L< 18	18 ≤ L <24	12≤L<24	L< 12
Tabla 9-1. PLL por efecto de accidente y por tamaño de la embarcación, periodo 2000-2007.	Embarcación*año	24881	24881	24881	24881	24881	24881	24881
	Tripulantes	2	3	5	6	8	6,52	3
	Exposición	28681	83516	19235	14934	26965	61134	112196
	muerres	30	32	11	9	7	27	62
	Valor económico actividad (€)	1,49.10 ⁸	5,33.10 ⁸	3,32.10 ⁸	2,35.10 ⁸	3,56.10 ⁸	9,24.10 ⁸	6,82.10 ⁸
	PLL colisión	...	3,998.10 ⁻⁵	...	...	...	...	2,639. 10 ⁻⁵
	PLL desaparición	...	...	1,310.10 ⁻⁴	1,012. 10 ⁻⁴	1,050. 10 ⁻⁴	1,132. 10 ⁻⁴	...
	PLL escora	1,811.10 ⁻⁴	1,066.10 ⁻⁴	6,551.10 ⁻⁵	1,012. 10 ⁻⁴	---	4,526. 10 ⁻⁵	1,319. 10 ⁻⁴
	PLL hundimiento	3,105.10 ⁻⁴	9,329.10 ⁻⁵	2,620.10 ⁻⁴	4,050. 10 ⁻⁴	1,050. 10 ⁻⁴	2,263. 10 ⁻⁴	1,671. 10 ⁻⁴
	PLL incendio/explosión	...	...	6,551.10 ⁻⁵	1,012. 10 ⁻⁴	5,251. 10 ⁻⁴	6,790. 10 ⁻⁵	
	PLL varada	1,294.10 ⁻⁴	7,996.10 ⁻⁵	...	...	...	...	9,675. 10 ⁻⁵
	PLL vía de agua	...	1,333.10 ⁻⁵	...	...	...	...	8,796. 10 ⁻⁶
	PLL otros	1,552.10 ⁻⁴	7,996.10 ⁻⁵	1,965.10 ⁻⁴	2,025. 10 ⁻⁴	1,050. 10 ⁻⁴	1,584. 10 ⁻⁴	1,056. 10 ⁻⁴
	PLL TOTAL	7,761.10⁻⁴	4,131.10⁻⁴	7,206. 10⁻⁴	9,112. 10⁻⁴	3,676. 10⁻⁴	6,111. 10⁻⁴	5,365. 10⁻⁴

Tabla 9-2. PLL y PPL_A por efecto de accidente y por tamaño de la embarcación, periodo 2000-2013.	Embarcación*año	38653	75036	15266	9877	19043	44186	113690
	Tripulantes	2	3	5	6	8	6,52	3
	Exposición	28681	83516	19235	14934	26965	61134	112196
	muerres	52	24	17	10	8	35	76
	Valor económico actividad (€)	2,61.10 ⁸	9,34.10 ⁸	5,82.10 ⁸	4,13.10 ⁸	6,24.10 ⁸	16,2.10 ⁹	11,9.10 ⁹
	PLL colisión	---	3,587. 10 ⁻⁵	---	---	---	--	2,638.10 ⁻⁵
	PLL desaparición	---	---	1,965.10 ⁻⁴	1,012.10 ⁻⁴	1,050.10 ⁻⁴	1,357.10 ⁻⁴	---
	PLL escora	3,621.10 ⁻⁴	1,599.10 ⁻⁴	6,550.10 ⁻⁵	1,012.10 ⁻⁴	---	4,526.10 ⁻⁵	2,286.10 ⁻⁴
	PLL hundimiento	3,104.10 ⁻⁴	1,332.10 ⁻⁴	3,930.10 ⁻⁴	8,099.10 ⁻⁴	2,100.10 ⁻⁴	4,073.10 ⁻⁴	1,935.10 ⁻⁴
	PLL incendio/explosión	---	---	6,550.10 ⁻⁵	1,012.10 ⁻⁴	5,251.10 ⁻⁵	6,789.10 ⁻⁵	---
	PLL varada	1,293.10 ⁻⁴	7,996.10 ⁻⁵	---	---	---	---	9,675.10 ⁻⁵
	PLL vía de agua	---	1,332.10 ⁻⁵	---	---	---	---	8,795.10 ⁻⁶
	PLL otros	1,552.10 ⁻⁴	7,990.10 ⁻⁵	1,965.10 ⁻⁴	3,037.10 ⁻⁴	1,050.10 ⁻⁴	1,810.10 ⁻⁴	1,055.10 ⁻⁴
	PLL TOTAL	1,008.10⁻³	4,264.10⁻⁴	6,740.10⁻⁴	1,721.10⁻³	3,675.10⁻⁴	4,147.10⁻⁴	6,596.10⁻⁴
	PPL_A	3,457.10⁻⁴	5,041.10⁻⁴	8,876.10⁻⁴	1,310.10⁻³	2,278.10⁻³	1,563.10⁻³	5,041.10⁻⁴

Teniendo en cuenta lo indicado en la introducción, uno de los problemas que se plantean en la tesis es que el número de accidentes que se incorporan a la curvas puede no ser lo suficientemente elevado para que se considere una curva F-N definitiva, por lo que los resultados se deberán considerar con la debida prudencia.

3. Pérdida potencia de vidas de la actividad (PLL_A)

Para poder determinar los diagramas F-N y sus zonas ALARP es necesario determinar la pérdida potencial de vidas de una actividad (PLL_A). Esta se define como la medida del riesgo potencial aceptable de pérdida de vidas.

La formulación genérica para el PLL_A es la siguiente (70):

$$PLL_A = F1(1 + \sum_{N=1}^{Nu-1} \frac{1}{N+1}) = F1 \sum_{N=1}^{Nu} \frac{1}{N}$$

Siendo

F1 es la frecuencia de accidentes con uno o más muertos

Nu es el límite superior del número de fallecidos que ocurren en un solo accidente

N es el número de fallecidos a considerar hasta Nu. Si Nu vale x N valdrá: 1,2,...,x debiéndose considerar en el diagrama todos los siniestros de Nu o menos.

Tanto el PLL genérico como el PLL_A no incluyen el parámetro de exposición, por lo que los parámetros AIR y FAR calculados en el capítulo 7 dan una visión más adecuada de la exposición al riesgo al ser de manera individual, y tener en cuenta el número de horas o los viajes que se hacen al año.

A tenor de la importancia del sector pesquero en España se va a considerar que, desde el punto de vista colectivo, el riesgo de la actividad que dispararía la toma de medidas es el determinado por el PLL_A.

El método por el que se va a establecer el PLL_A, y por tanto las zonas ALARP de las curvas F-N, tiene en cuenta que un valor apropiado contrastable para el riesgo por fallecimiento es el número de muertes por unidad de contribución al PIB de un país (q). Dado que la contribución al PIB es una medida estándar del valor económico, en el caso de una embarcación o grupo de embarcaciones serán los ingresos que se generan. Por tanto para el cálculo del PLL_A se va a considerar el número de fallecimientos por unidad de contribución al PIB.

De entrada la aproximación de la tesis serán los rangos de esloras antes indicados¹⁵. Estos rangos se establecen en la normativa de seguridad para las embarcaciones de pesca de menos de 24 m, si bien se podría haber utilizado otros teniendo en cuenta la zona de pesca, o el arte a utilizar.

Con ello:

$$PLL_A = q \cdot EV$$

q es el número de muertes / PIB_{España}

EV es el valor de la actividad,

Los datos de siniestralidad se obtienen además de la base de datos de accidentes del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo (INSHT) [28], [29], [30], [31], [32]. A la hora de estudiarlos es

¹⁵ Las establecidas en el RD 543/2007 van L < 7,5 m de eslora 7,5 m ≤ L < 12 m, 12 m ≤ L < 15 m, 15 m ≤ L < 18 m, 18 m ≤ L < 24 m, pudiéndose hacer otra división por embarcaciones de pesca local, litoral, altura y gran altura.

interesante incluir dos elementos: el número de heridos graves, para los que se va a considerar que 130 heridos son equivalentes a una muerte, de acuerdo con Kristiansen [25], distintamente al concepto de riesgo de la circular MSC-MEPC.2/Circ 12/Rev [3], el producto interior bruto de la pesca de menos de 24 m de eslora obtenidos en el capítulo 3 para el EV y el PIB nacional. Así las cosas los parámetros “q” calculados se pueden ver en la figura 9-1, que indica la alta siniestralidad de la pesca en términos de muertos por unidad de producción.

Figura 9-1. Factor q pesca vs industria nacional.

En la que se puede comprobar que el parámetro “q” de la pesca (azul) varía en un orden de magnitud comparando con el q del sector laboral en España (verde). Además es interesante comprobar como los datos laborales de España son más constantes que los de la pesca.

Con ello se procede en primera instancia y para comprobar la solidez de los datos de la tablas 9-1 y 9-2 a calcular el PLL_A de la pesca de menos de 24 m para tres embarcaciones tipo de 9, 15 y 21 m de eslora, con los resultados que se ven en la figura 9-2.

Figura 9-2. PLL_A para embarcaciones tipo de 9,15 y 21 m de eslora (media para todas las artes de pesca).

Se puede observar que los PLL_A oscilan entre 10^{-3} y 10^{-4} , que encajan con valores propios de una actividad de bajos ingresos, si bien estos ingresos y los PLL_A son más altos a medida que se consideran embarcaciones mayores (aunque en la grafica la curva de 9 m supera a la de 15 en la parte final). Esto indicaría que los riesgos que se pueden asumir son más altos.

El valor PLL_A agrupando todas las embarcaciones de menos de 24 m se puede comprobar en la figura 9-3, con una previsión del valor en el orden de 10^{-3} y que ha ido progresivamente descendiendo, teniendo en cuenta que la siniestralidad con resultado de muertes ha ido descendiendo y el valor económico de la actividad también.

Figura 9-3. PLL_A revisado para toda la pesca española.

Con ello se puede deducir, a la vista de la figura 9-2 y en la tabla 9-2, que para las embarcaciones de 9 m los valores de los PLL_A son en muchos casos superados por los PLL totales del mismo modo que para las embarcaciones de 15 m (marcadas en amarillo), lo cual da una idea de que la pérdida potencial se encontraría para algunos tipos de sucesos por encima de los valores admisibles.

También se puede comprobar que para todos los casos, excepto para las embarcaciones menores de 7,5 m de eslora, y para las embarcaciones entre 15 y 18 m de eslora, los PLL se encuentran por debajo de los PLL_A (de la tabla 9-2). Estos dos rangos constituirían los de embarcaciones con más riesgo y confirmaría que los PLL_A de la figura 9-2 son consistentes con los PLL_A de la tabla 9-2.

4. Curvas F-N. Análisis por medio de curvas límite de aceptación del riesgo.

En el apartado anterior se han calculado los PLL_A para las embarcaciones menores de 24 m y para tres embarcaciones tipo. También se han calculado los PLL para cada rango de eslora. Para entender más intuitivamente cómo se encuentra la flota pesquera de menos de 24 m de eslora, así como servir de calibre en el análisis de riesgos de la etapa 2, se van a calcular las curvas F-N.

Para ello los valores PLL_A se vinculan a las curvas F-N incorporando frecuencias que consisten, en esencia, en la frecuencia aceptable (F) por embarcación y por año de un accidente de N o más fallecidos [85], simplificando con la siguiente fórmula.

$$F(N) = F_A \cdot N^{-b}$$

Donde normalmente en los diagramas se considera una pendiente de 1, salvo que se corrijan por factores, como la aversión al riesgo, que no sería aplicable en este caso. Si la curva sigue el criterio hasta el valor máximo, la intersección con el eje de abscisas para el valor $N=1$ es [70]:

$$F_A = k \cdot PLL_A$$

donde el valor k se obtiene de

$$k = \frac{1}{\sum_{N=1}^{NT} \frac{1}{N}}$$

que se puede aproximar analíticamente por

$$k = \frac{1}{(1 + 0,577 \cdot \ln(NT + 1))}$$

donde N_T es el número de tripulantes de la embarcación de pesca [42].

A la hora de utilizar la aproximación F-N para las embarcaciones de pesca se ha tenido en cuenta que tradicionalmente en el sector marítimo se han elaborado tablas con criterios de riesgo despreciable hacia intolerable para los diferentes tipos de barcos. Así se presentó en el capítulo 7, concretamente en la figura 7-3, el riesgo individual actualizado por tipo de buque, en el que se ve que éste generalmente se encuentra en la zona ALARP para todos los tipos de buques, considerando la flota global. Además se ha supuesto que España es una economía desarrollada y que el riesgo individual, en principio, es similar al de los buques de menor valor añadido, buques de carga general y graneleros, como se pudo comprobar en la figura 7-3, lo cual se considerará en el trazado de los diagramas F-N.

Así la región ALARP (tan bajo como sea razonable) se introduce asumiendo que los riesgos son intolerables si se está por encima del nivel aceptable y despreciable (ampliamente aceptable), si se encuentra por debajo del nivel aceptable. Esto implica que la región donde se ubica el riesgo se debe reducir “tanto como sea posible”.

La región ALARP suele tener al menos dos órdenes de magnitud, de acuerdo con los criterios de evaluación F-N públicamente conocidos, tales como los de HKPD [86], HSE [41] o Statoil [87]. En este caso la región ALARP se separará con dos rectas separadas por dos órdenes de magnitud, de tal manera que se establece una región intolerable, que es el límite superior y una región de riesgo despreciable.

Para poder establecer las regiones ALARP se ha seguido el método de Skong y Eknes de 2001 [88] que determina.

- Para la zona superior $F(N) > 10 \cdot F_A \cdot N^{-1}$
- Para la zona inferior $F(N) < 0,1 \cdot F_A \cdot N^{-1}$

Con los valores PLL_A calculados en la tabla anterior se pueden obtener los valores F_A para cada una de las esloras, que son los indicados en la figura 9-4, con una confianza de un 95%.

Estos valores marcan la intersección de la curva con $N=1$ en el diagrama F-N y los límites superiores e inferiores del diagrama para cada una de las esloras.

Figura 9-4. Calculo ALARP por esloras con el 95% de confianza

Se puede comprobar que los valores son bastante similares al estándar.

Así las cosas y teniendo en cuenta en principio los rangos L menor de 12 m y L mayor o igual de 12 m de eslora, se obtienen las figuras 9-5 y 9-6 en el que en color rojo está la serie 2000-2013 y en azul la serie de 2000-2007. La superposición de los límites entre zonas de riesgo se ha dibujado con el propósito de indicar dónde se encuentra la flota pesquera, que es la zona ALARP. Esto debe interpretarse como que existe un margen de mejora sustancial, pero no se encuentra en la zona intolerable.

Las curvas F-N, con los accidentes de toda la base de datos, permitirá calibrar los modelos que se van a desarrollar en la tesis.

Al objeto de poder comparar las bandas ALARP se han superpuesto varias líneas. La línea de punto y raya (verde) corresponde a las tripulaciones en los barcos de carga general, la línea de puntos es la del periodo 2000-2007 (azul) y la línea de rayas es la del periodo 2000-2013 (rojo). Se hace notar que los límites son menos tolerantes para la flota española que para el estándar de la OMI debido al PLL_A de la actividad, más bajo para el país, comparado con las cifras internacionales del sector marítimo. También se puede comprobar que las curvas son en general más altas en el periodo 2000-2007 que en el 2000-2013 debido al descenso de la frecuencia en el periodo 2000-2013, salvo para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora en las que los siniestros desde 1 o desde 2 fallecidos en adelante son más altos y más cercanos a la zona intolerable, en línea con lo que se ha indicado anteriormente.

Figura 9-5. Diagrama F-N para pesqueros desde 12 m a 24 m de eslora L

Figura 9-6. Diagrama F-N para pesqueros de eslora L menor de 12 m.

Las curvas muestran que en las embarcaciones de menos de 12 m de eslora las frecuencias en siniestros en embarcaciones con 1 o más y 2 o más tripulantes habrían aumentado, notándose una mejora en los accidentes con 3 o más tripulantes fallecidos, lo cual corresponde posiblemente a esloras mayores. Para el tramo de eslora entre 12 y 24 m sucede algo similar en cuanto a los accidentes con 1 o más fallecidos, aunque se nota una mejoría para el resto.

En el Anexo de este capítulo se muestran, a modo de ejemplo, diversas combinaciones realizadas con embarcaciones por otros tramos de eslora en el ciclo 2000-2007 y/o bien seleccionando por tipos de arte de pesca, para comprobar la exposición de un rango de embarcaciones en concreto. Estos diagramas F-N se

deberán considerar con la debida prudencia, por lo indicado más arriba y solamente con carácter orientativo, ya que un solo accidente hace cambiar la curva significativamente y la base de datos de accidentes no es significativa.

5. Selección final de los tipos de sucesos a considerar en la etapa 2 del FSA. Modelos de riesgos de alto nivel en base a los PLLs

Con todo lo anterior se pueden seleccionar tipos de sucesos y rangos de esloras poder llevar a cabo un análisis de riesgos de una manera más precisa que la apuntada en el capítulo anterior.

En primer lugar, la base de datos no contiene siniestros suficientes tanto en información como en número para poder hacer más discretas las gráficas (más grupos de esloras del RD 543/2007). Para esto se considera conveniente trabajar con la base de dos de embarcaciones de menos de 12 m y otro para más de 12 m. De no hacerse esto los diagramas F-N no serían consistentes al no disponerse de una muestra de accidentes con información suficiente.

En este análisis de riesgos se optará por el uso de modelos de riesgos de alto nivel, como se apuntó en el capítulo 6 que se expondrán más adelante, teniendo en cuenta los grupos de esloras.

Por tanto, teniendo en cuenta lo anterior, la base de datos disponible (los accidentes con información suficiente) y el análisis de accidentes del capítulo 7 se decide trabajar en los modelos de riesgos de alto nivel no excesivamente detallados que, como ya se indicó en el capítulo 6, son modelos conceptuales. Estos se indican en la tabla 9-3 e incluyen el modelo de escora para embarcaciones de menos de 12 m de eslora manteniendo el de explosión e incendio, a pesar de su bajo índice de incidencia de víctimas mortales.

Tabla 9-3. Modelos a desarrollar para el análisis de riesgos.

	Colisión	Varada-vía de agua	Incendio-Explosión	Hundimiento	Escora
Embarcaciones $12 \leq L < 24$ m	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Embarcaciones $L < 12$ m	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

6. Conclusiones:

Se han calculado los PLL por tramos de esloras en los rangos establecidos por el RD 543/2007, que son indicativos de los riesgos de las embarcaciones tanto para los rangos de menos de 12 metros de eslora como para las mayores, lo cual permite resaltar los tipos de sucesos más peligrosos en base a los PLL.

Dado que el número accidentes del que se dispone en la base de datos no es suficientemente elevado para todas las causas de accidentes (desconocida, fallo humano, fallo material, mal tiempo) o los daños producidos (averías en el casco, en la máquina, hombre al agua, contaminación, pérdida de cargamento o pérdida total) no será posible calcular PLLs para cada uno de ellos.

De acuerdo con el valor económico de la actividad por tramos de eslora los PLL_A de la actividad pesquera en embarcaciones de menos de 24 se encuentran entre 10^{-3} y 10^{-4} , con una previsión en el entorno de 10^{-3} .

Los PLL_A de embarcaciones, en particular los de aquellas con L desde 12 m de eslora y L menor de 12 m de eslora (en la que no se ha “discretizado” por arte de pesca ni zona) sirven de referencia para los valores PLL que se obtendrán en la base de datos de accidentes que se usen en los modelos.

Los PLL para las embarcaciones menores de 7,5 m de eslora y las embarcaciones entre 15 y 18 m son más altos de lo que establece el PLL_A para esos tramos de esloras. Esto significa que este tipo de embarcaciones están más afectadas por los accidentes, por lo que merecen un estudio particular. No obstante no se dispone

de información suficiente en la base de datos para poder trabajar en estos tramos de esloras en concreto, salvo que se recurra a modelos de bajo nivel.

Después del análisis llevado a cabo en el capítulo anterior, en el que se han calculado los parámetros AIR y FAR, se han calculado los diagramas F-N con bandas ALARP para las embarcaciones de pesca con lo cual se estima el riesgo de una manera intuitiva. El resultado es que los pesqueros de menos de 24 m se encuentran en la zona ALARP y por lo tanto susceptibles de mejora, pero no en una zona intolerable. Esto se debe al valor económico de la actividad y al bajo número de tripulantes en las embarcaciones, que mueve la banda ALARP hacia arriba. Estas curvas servirán para calibrar los modelos de la etapa 2 del FSA que se llevarán a cabo: colisión, hundimiento, escora, varada/vía de agua y explosión/incendio.

Este trabajo no se había realizado antes en la flota nacional. En este sentido se han establecido unos límites de riesgo aceptable o intolerable de acuerdo a los valores comúnmente establecidos en la IMO para los buques de carga general (los de mayor riesgo) situando las bandas ALARP por debajo (más conservadoras) que las bandas determinadas en la OMI.

En el riesgo colectivo se detecta también una bajada de las frecuencias de los fallecimientos en los periodos 2000 a 2013 frente al periodo 2000-2007.

Capítulo 9. Anexo. Diagramas F-N para embarcaciones de pesca

Puntos de intersección de la banda ALARP para N=1.

Tabla 9A-1. Cálculo de los valores ALARP por tramos de eslora

	$L < 7,5$ m	$7,5 \leq L < 12$	$12 \leq L < 15$	$15 \leq L < 18$	$18 \leq L < 24$	$24 \leq L < 30$ m	$L < 12$ m	$L < 24$ m
K	0,5968	0,5093	0,4222	0,3964	0,3605	0,3855	0,5335	0,4688
F_A	$2,063 \cdot 10^{-4}$	$2,568 \cdot 10^{-4}$	$3,747 \cdot 10^{-4}$	$5,194 \cdot 10^{-4}$	$8,213 \cdot 10^{-4}$	$6,024 \cdot 10^{-4}$	$2,689 \cdot 10^{-4}$	$3,446 \cdot 10^{-4}$
$F-N < 0,1 \cdot F_A \cdot N^{-1}$	$2,063 \cdot 10^{-5}$	$2,568 \cdot 10^{-5}$	$3,747 \cdot 10^{-5}$	$5,194 \cdot 10^{-5}$	$8,213 \cdot 10^{-5}$	$6,024 \cdot 10^{-5}$	$2,689 \cdot 10^{-5}$	$3,446 \cdot 10^{-5}$
$F-N > 10 \cdot F_A \cdot N^{-1}$	$2,063 \cdot 10^{-3}$	$2,568 \cdot 10^{-3}$	$3,747 \cdot 10^{-3}$	$5,194 \cdot 10^{-3}$	$8,213 \cdot 10^{-3}$	$6,024 \cdot 10^{-3}$	$2,689 \cdot 10^{-3}$	$3,446 \cdot 10^{-3}$

Curvas F-N. Algunos ejemplos basados en los accidentes de la base de datos.

Las figuras que aparecen a continuación se tienen que considerar con la debida prudencia, ya que el número de accidentes y de fallecidos en el periodo 2000 a 2013 no es lo suficientemente alto para que algunas de ellas sean consistentes. No obstante estas dan una indicación del riesgo.

En general las embarcaciones de pesca de menos de 24 m de eslora se encuentran en zona ALARP tal y como se puede ver en la figura 9A-1. En azul los años 2000 a 2007, en rojo 2008-2013.

Figura 9A-1

En relación a las embarcaciones de menos de 7,5 m de eslora se obtiene lo indicado en la figura 9A-2, en la que se puede ver que las embarcaciones se encontrarían en la zona intolerable.

Figura 9A-2

Para las embarcaciones entre 12 y 18 m de eslora periodo 2000-2007 se observa en la figura 9A-3 que el riesgo recaía en su totalidad en la zona intolerable.

Figura 9A-3

Para las embarcaciones de cerco entre 12 y 18 m de eslora L en el periodo 2000-2007 se observa en la figura 9A-4 que el riesgo recae en su totalidad en la zona intolerable

Figura 9A-4

Del mismo modo, para el periodo 2000-2007, para las embarcaciones de palangre de menos de 24 m de eslora el riesgo es intolerable y aún más para las embarcaciones de menos entre 12 y 24 m, tal y como se puede ver en la figura 9A-5. Los accidentes son los mismos, pero las frecuencias son más bajas al incluir más embarcaciones.

Figura 9A-5

10. COSTES DE LOS SINIESTROS. PERDIDAS ECONÓMICAS, CUANTIFICACIÓN DE COSTES EN LA BASE DE DATOS. CONSTRUYENDO LAS ETAPAS 2 Y 3 DEL FSA

Objetivo

Determinar los costes de los siniestros para poder incorporar éstos a la base de datos histórica, así como en el análisis de riesgos posterior. Esto permitirá posteriormente, asignar valores de beneficios (ΔB) por la reducción de siniestros tras la implantación de medidas de control del riesgo. Teniendo en cuenta la caída del riesgo con estos costes se procederá a comparar los periodos 2000-2007 y 2008-2013 tanto en términos de frecuencias como de costes de los siniestros para poder comprobar el impacto por embarcación. Con la variación de las frecuencias, que serán asimilables a probabilidades en el análisis de riesgos, se obtendrá el incremento o reducción en pérdidas económicas, además de poder permitir el cálculo el nivel de seguridad en base a costes.

1. Introducción

En los capítulos anteriores se ha calculado el riesgo en las embarcaciones de pesca de menos de 24 m teniendo en cuenta los riesgos individuales y colectivos. Sin embargo no se ha procedido a estimar las pérdidas económicas derivadas de un accidente. Así en el capítulo 7 se calculó la exposición individual a los siniestros (exposición por viaje o cada 10^8 horas) y en el capítulo 9 el riesgo colectivo calculando los PLL para cada tipo de siniestro (varada, fallo estructural, hundimiento, incendio/explosión, vía de agua y colisión), teniendo en cuenta las consecuencias de los siniestros así como las curvas F-N más relevantes.

En este capítulo se va a calcular la pérdida económica derivada de los siniestros de las embarcaciones de pesca de menos de 24 m para poder incorporarse en los modelos indicados en el capítulo anterior.

Para ello se va a proceder además de incorporar la pérdida total a un cálculo de la pérdida económica de la actividad en términos de costes de reparación de las embarcaciones y de caída de ingresos por no faenar.

Con cada uno de los accidentes con información disponible se calculará su coste total para posteriormente poder extrapolar a la base de datos histórica. Esto permitirá estimar los costes totales de los siniestros. Del mismo modo los costes de los siniestros se incorporarán en los modelos que permitirán realizar predicciones de costes en base a probabilidades. El esquema general se presenta en la figura 10-1.

Figura 10-1: Estimación de los costes tanto para la base de datos histórica como para los modelos

Una vez hecho esto se podrá, en fases posteriores, hacer una cuantificación económica incluyendo las pérdidas de vidas y de los heridos en términos relativos, aunque para ello se tendrá que incorporar un parámetro que cuantifique económicamente los fallecimientos.

2. Cuantificación por tipos de sucesos en los siniestros

Para llevar a cabo la cuantificación económica de los siniestros se procederá al cálculo de los costes derivados de las consecuencias en los siniestros que figuran en la base de datos. Para ello los aspectos que desde el punto de vista económico supone un accidente son los siguientes:

- el derivado de la pérdida de la embarcación o su reparación en caso contrario, y
- los días de inactividad de la embarcación teniendo en cuenta el tipo de accidente con el consiguiente lucro cesante y otras pérdidas económicas (p.ej. la de costes fijos).

Si se conocen estos datos se podrán calcular las pérdidas económicas, dejando de lado la valoración de la pérdida de pérdidas de vidas humanas y los heridos.

A los efectos de cuantificación se entenderá que en los siniestros con pérdida total la pérdida económica corresponde al valor de la embarcación y no se tendrá en cuenta el valor del arqueo, ya que ese es siempre recuperable, es decir un armador no necesitará adquirir ese arqueo para reemplazar la embarcación.

2.1. Pérdida total

Esta puede deberse al hundimiento o al declararse la pérdida total de la embarcación por parte del asegurador (los costes de reparación exceden los de la embarcación).

En el caso de pérdida total se asignará el valor de la embarcación actualizado a día de hoy, teniendo en cuenta la edad de la embarcación. En el capítulo 3 se hizo un cálculo del valor de las embarcaciones, que es el que se incorporará a la base de datos de siniestros con pérdidas total. A este valor de los “certificados de valoración” se le debe incluir su variación en función de la edad con coeficientes de depreciación, recordando que ese capítulo no se pudo añadir o deducir valor de mercado real de la embarcación al no poder identificar con exactitud el caladero en el que opera cada una de las embarcaciones, aspecto que hace variar estas. Para el caso de pérdida total se procederá a simplificar las pérdidas económicas considerando un año de ingresos, de manera conservadora.

2.2. Consideración de las reparaciones por efecto del accidente

En relación con los costes de reparación (pérdidas económicas) se va a tener en cuenta que éstos consisten tanto en costes económicos de la reparación como los días que no se puede faenar al no disponer de la embarcación.

Para ello se procedió a llevar a cabo consultas con expertos de astilleros de nueva construcción y reparación en la zona de Vigo que figuran en el Anexo 1 de este capítulo, que indicaron de una manera orientativa el valor de las reparaciones por averías al casco, a las máquinas o incendio. Esta zona de España es muy interesante ya que tiene una tipología muy amplia, por no decir completa, tanto en tamaños como en materiales de construcción. Además tiene la ventaja de que será posible hacer un estudio a nivel regional a posteriori. Para extrapolar esto al resto del país se ha considerado que los valores provistos permanecen constantes, si bien el estudio se podría mejorar.

Los costes de reparación dependerán del tipo de siniestro, tal y como se indica a continuación. Por ello se va a proceder a particularizar para cada tipo de suceso a tener en consideración. En la base de datos de siniestros se han seleccionado las embarcaciones con suficientes datos que son, en esencia las mismas embarcaciones que se usarán en los modelos, centrándose en particular en las embarcaciones para las que

se dispone información. Los valores obtenidos corresponderán a unas esloras y a unas extensiones de los daños, asociados a unos días de reparación (que incluye la puesta en seco de la embarcación).

Para poder tratar el asunto de manera sencilla y pasar de averías estándar a averías derivadas de cada accidente se han asignado factores de peso, que oscilan entre 0 y 10, para cada tipo de siniestro para así poder asignar un coste concreto a la reparación, partiendo de los datos proporcionados por los astilleros.

Se supondrá que el factor 1 supone un 10% del coste de reparación de los datos proporcionados por los astilleros mientras que el factor 10 hace uso del 100% del valor asignado, asignando el factor “ f_i ” como se indica en la figura 10-1. El criterio para la asignación depende del daño del que se dispone en la base de datos y cuan próximos están los daños de los informes de los presupuestos para los daños estándar. Estos factores se utilizarán para valorar el accidente con arreglo a la distribución de costes y días de reparación que se obtengan.

Teniendo en cuenta estos factores y los tipos de sucesos se procederá a realizar un cálculo en la base de datos de siniestros.

2.2.1.-Siniestros por Colisión

Los siniestros de colisión distintos de pérdida total se dividen en dos categorías: leves y graves. De la información disponible se puede destacar lo siguiente.

- Avería leve. La embarcación implicada en un accidente lleva a costes económicos menores por ser estos de poca importancia, y sin producir una vía de agua. El barco vuelve al servicio después de la inspección y se requiere inspección de reparaciones debido a los daños con descripción típica con deformaciones en el casco pero sin entrada de agua (agujeros por encima de la línea de agua). Para las embarcaciones menores de 12 m una descripción típica sería: daño de aproximadamente 100x200 mm², ruptura del casco o deformación de aproximadamente 500x500 mm² (máximos). Mientras para las embarcaciones entre 12 y 24 las averías serían un daño de 500x500 mm², la ruptura del casco o una deformación de 1x1 m².
- Avería grave. En este caso se ha seguido la clasificación de LR como daño estructural significativo, daño severo con o sin vía de agua. Las típicas descripciones son:
 - entrada de agua;
 - requiere ir a astillero para puesta en seco;
 - agujero en el costado (con una zona amplia de daño, mayor de la indicada en avería leve);
 - casco agujereado con compartimentos inundados;
 - espacio del servomotor y/o cámara de máquinas agujereada, un camarote gravemente dañado; y
 - destrozo en la amura de 2 m, afectando a la escotilla de bodega para las embarcaciones de menos de 12 m y para las embarcaciones desde 12 m que el destrozo en la amura es de 4 m afectando a la escotilla de bodega.

Por tanto el coste de la reparación depende de lo siguiente:

- Las dimensiones del daño: cuántos m² de acero, de madera o de laminado se ha de reparar. Se hace notar la diferencia económica en los materiales en cuanto a reparaciones, siendo la madera difícil y la más cara de reparar.
- La forma de las secciones a sustituir (proa con bulbo o sin bulbo, popa o chapa del costado).
- Los daños a la maquinaria.
- El lugar de reparación, que se va a asumir como constante para toda la geografía española.

- El tiempo de varada necesario para la reparación.

A la hora de discutir este tema con los astilleros se ha tenido en cuenta las siguientes averías en la base de datos para los siniestros leves o graves:

- Daños en la popa sobre la línea de agua que incluyen daños a casetas, maquinaria en la zona de popa y cubierta (se asigna un factor de 4 o 8 sobre 10 para leves o graves respectivamente).
- Daños en la proa con costes de reparación que se disparan debido al daño interno en la estructura y la dificultad de reparación unida a que se reparan superficies importantes en m² (se asigna un factor de 5 o 8 sobre 10 para leves o graves respectivamente).
- Daños en el costado con reparaciones menos costosas que las dos zonas indicadas anteriormente, siempre y cuando no se haya de remplazar maquinaria. En estos casos puede darse la situación de que la habilitación quede dañada y se incrementarían los costes. (Se asigna un factor de 3 si no hay daño en maquinaria de pesca y habilitación y de 4 a 8 en caso contrario).

En relación con los días de reparación y de varada y sus costes se supone que una colisión que suponga una avería la estancia en astillero tiene una duración de 8 días mientras que una colisión grave puede llevar hasta 30 días de reparación.

2.2.2. Siniestros con hundimiento

Para estos casos, en los que no haya pérdida total, se supondrá que se reflota la embarcación. Los costes son muy altos, ya que es posible que suponga cambios en la instalación eléctrica y una revisión profunda de la maquinaria. De los datos obtenidos de astilleros de reparación los costes en caso de reflotamiento se asimilarán al 35% del valor de la embarcación de nueva construcción.

2.2.3. Siniestros de Varada/Vía de agua

En el caso de varada no se dispone de datos de las reparaciones necesarias para varada leve, por lo que se usarán los mismos valores económicos que en una colisión leve.

Para las varadas y vías de agua graves se ha estimado las siguientes averías, para lo cual se estiman los costes de reparación con consulta a astilleros.

- Una avería de 2x4 m² en embarcaciones de 15 m a 24 m de eslora con tanque de combustible de fondo dañado o inundación de la cámara de máquinas, asignándose factores entre 3 y 9.
- Una avería de 2x3 m² en embarcaciones de 7,5 m a 15 m de eslora con tanque de fondo dañado y posible inundación de la cámara de máquinas, asignándose factores entre 2 y 8.
- Una avería de 1x1 m² en embarcaciones de menos de 7,5 m de eslora, más asociada a una vía de agua que a una varada de la embarcación, asignándose factores entre 3 y 7.

Por contra de lo supuesto en una colisión leve una varada siempre requerirá entrada en dique. Así en el caso de una avería grave por varada se van a considerar 20 días de reparación.

2.2.4. Incendio

Se ha examinado toda la base de datos con respecto a las consecuencias, teniendo en cuenta dos categorías (seguridad y propiedad). Basado en la descripción del daño se han especificado tres categorías distintas para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora:

- Leve. El incendio fue controlado en un periodo de 7 minutos o si el impacto económico es tal que puede ser reparado por la tripulación.

- Grave. El incendio duró más de 7 minutos hora y/o la tripulación tuvo que abandonar la embarcación o si el incendio supone unas pérdidas por encima de 15.000 €.

Para las embarcaciones desde 12 m de eslora se considerará lo siguiente:

- Leve: el incendio fue controlado en un periodo inferior a 12 minutos o si el impacto económico es tal que puede ser reparado por la tripulación.
- Grave: el incendio duró más de 60 minutos y/o la tripulación tuvo que abandonar la embarcación o si el incendio supone unas pérdidas por encima de 25.000 €.

La pérdida total de la embarcación se considerará debida al hundimiento de la misma tras incendio o la consideración de siniestro total.

Basado en las consultas realizadas a los astilleros un incendio o explosión tiene efectos principalmente en la cámara de máquinas y en la habilitación. Para las embarcaciones del asunto se supone que un incendio en una embarcación de menos de 7,5 m de eslora tiene un coste de 6.000 €, una de entre 7,5 y 15 m tiene un coste de 16.000 € y una de entre 15 y 24 m tiene un coste de 32.000 € (Para estos casos se supone que el factor para un incendio leve es de 3 y el de un incendio mayor de 9).

2.3. Cálculo de los costes

La discusión con los astilleros mostró que la información disponible es bastante dispersa y que las categorías de accidente leve o grave cubren un amplio abanico de posibilidades. Teniendo esto en cuenta se han hecho tres bases de estimación por esloras: menos de 7,5 m, entre 7,5 m y 15 m y entre 15 m y 24 m de eslora. A la hora de decidirse por la eslora de 15 m se ha comprobado que, desde el punto de vista constructivo, las diferencias claras en las embarcaciones de pesca no se encuentran realmente en el rango de 12 m de eslora, sino en esloras superiores, de aproximadamente 15 m. Es por ello que se ha decidido este valor para facilitar adquirir los datos, aunque más tarde se procederá a dividir de nuevo en la franja de los 12 m.

Finalmente, una vez obtenidos los datos aproximados en consulta con astilleros, se ha llevado a cabo un análisis de previsión por el Método de Montecarlo [89], [70] que genera aleatoriamente un rango de valores para las suposiciones definidas. Este proceso se ha usado para explorar los rangos de resultados, expresados como previsiones gráficas. Los gráficos de previsión permiten calcular la probabilidad o la certeza de resultados concretos. Con los valores obtenidos la previsión se ajusta a distintas distribuciones. Estos valores serán de costes y de días de reparación. A cada accidente de la base de datos con información se le aplicará el factor que determine el coste y duración de la reparación final, teniendo en cuenta lo indicado en los puntos anteriores. Esto dará lugar a unas distribuciones, que se aplicarán en cada uno de los siniestros con datos suficientes en la base para dar lugar a unos costes más detallados embarcación a embarcación que luego se puedan extrapolar a la base de datos histórica.

2.3.1. Averías en el casco

Las averías en el casco que aparecen en la base de datos corresponden a siniestros graves en los que ha habido fallecimientos, heridos o embarque de agua. La avería en el casco sucede principalmente después de una colisión, accidente que por otro lado es frecuente o alternativamente una varada.

A la hora de estimar el valor y el tiempo de reparación, de acuerdo a la metodología indicada se han obtenido los resultados siguientes:

- En una embarcación de menos de 7,5 de eslora L se supone que una avería por accidente lleva 11,7 días de reparación antes de poder salir a la mar. El coste de la reparación es de unos 3.300 € de media. El ajuste mejor se realiza por una binomial negativa y se puede ver en la figura 10-2.

Figura 10-2. Costes de reparación de averías en el casco para embarcaciones de 7,5 m de eslora. Esta avería en el casco se aplica a varadas, colisiones y vías de agua.

- En una embarcación entre 7,5 m y 15 m de eslora se supone que una avería en el casco después del accidente tiene 18,5 días de reparación y el coste de una reparación es de unos 3.750 € de media. El mejor ajuste se realiza por una binomial negativa.
- Para las embarcaciones entre 15 y 24 m de eslora se ha estimado los costes de reparación del casco por medio de una beta, que da unos resultados de 16.768 € y un tiempo de reparación establecido por una binomial negativa de 23 días.

Las figuras 10-2 y 10-3 son una muestra de las distribuciones obtenidas para los días de reparación y costes de embarcaciones de menos de 7,5 m y desde 15 a 24 m de eslora. El Anexo 2 de este informe contiene las distribuciones que se han obtenido en la base de datos de accidentes con información suficiente, que serán las que se incorporen en los modelos así como las que se usarán para el cálculo de costes históricos.

Figura 10-3. Costes de reparación ajustados a una distribución para averías en el casco entre 15 y 24 m de eslora. Esta avería en el casco se aplica a varadas, colisiones y vías de agua. En función del accidente se le asigna un factor que indicaría el valor, así el factor 7 supondría un coste de 0,7 16.768 € (percentil 70)

2.3.2. Averías en máquinas.

Tras consulta a diversos astilleros y en relación con las averías en máquinas los costes y días de reparación se distribuyen de la siguiente manera.

- En una embarcación de menos de 7,5 de eslora L se supone que una avería por accidente lleva 7,5 días de reparación antes de poder salir a la mar. El coste de la reparación es de unos 2.460 € de media. Para ambos casos la distribución que más se ajusta es una binomial negativa, tal y como se puede ver en la figura 10-4.

Figura 10-4 Estimación de días de reparación para accidente leves con averías en máquinas en el rango de embarcaciones leves de 7,5 m de eslora. Esta avería en el casco se aplica a varadas, colisiones y vías de agua.

- Para las embarcaciones entre 7,5 y 15 m de eslora se ha estimado los costes de reparación por medio de una beta que da unos resultados de 4.540 € y un tiempo de reparación establecido por una binomial negativa de 18 días.
- En una embarcación de entre 15 y 24 m de eslora se supone que una avería al casco después de un accidente tiene 21,25 días de reparación y el coste supone unos 16.187 € de media. La distribución obtenida es una binomial negativa

La figura 10-4 presenta una muestra de los días de reparación de las máquinas. El Anexo 3 de este informe contiene las distribuciones que se han obtenido.

3. Pérdida de ingreso por pérdida de jornadas de trabajo

Una vez obtenidos los días necesarios para poder proceder a las reparaciones se puede proceder a calcular las pérdidas de ingreso y a dar un valor a cada uno de los siniestros, teniendo en cuenta que en el caso de las embarcaciones de pesca se supone que los ingresos del día se distribuyen de un modo proporcional entre patrón y marineros.

Para poder simplificar se va a considerar que los no-ingresos de la pesca son pérdidas. Del mismo modo se va a considerar que los beneficios correspondientes a esos ingresos serán del 70% del total, yendo el resto a combustible y otros gastos variables.

Para considerar estas pérdidas se ha estimado que en el caso de que el buque tenga una pérdida total se supondrán 365 días de pérdida, siendo este el tiempo necesario hasta que se encuentre otra embarcación.

Suponiendo que la embarcación pueda estar operativa, tras los días que se han indicado en el apartado anterior, solamente haría falta hacer una proporción entre los días perdidos por ese concepto y los días que la embarcación está operativa al año.

Con ello, tal y como se indica en la figura 10-1 se calcula la pérdida económica que le supone a los trabajadores, teniendo en cuenta los ingresos de la pesca para cada uno de los tramos de esloras así como los valores asignados a cada embarcación en base a lo indicado en el capítulo 2, en particular en sus tablas 2-3 y 2-4 que permite estimar para una muestra de siniestros la pérdida económica real derivada de los mismos (en valores del año 2013). También se puede obtener la pérdida de ingresos de acuerdo a las curvas obtenidas en ese capítulo, multiplicando por el número de días que la embarcación está fuera de servicio y haciendo una proporción con el número de días que la embarcación de pesca estaría operativa. El Anexo 3 contiene los valores obtenidos en las embarcaciones que se van a usar en los modelos.

En este caso se va a considerar de una manera conservadora los ingresos de tal manera que para los días calculados para cada uno de los siniestros de la tabla anterior se supone que no hay ingresos.

4.- Cálculo de pérdidas económicas en la base de datos histórica

Con todo lo anterior se calculan las pérdidas económicas de todos los siniestros. Para poder estimar los costes históricos simplemente se han extrapolado las distribuciones a toda la base de datos histórica.

Una vez extrapolados los costes de los accidentes con información a la base de datos histórica se pueden determinar éstos divididos en los tramos de eslora, con la salvedad que para el tramo comprendido entre 7,5 m y 12 m de eslora y entre 12 y 15 m de eslora se tendrán en cuenta las estimaciones desde 7,5 a 15 m.

A la hora de poder estructurar estas pérdidas y, dado que el número de siniestros no es lo suficientemente alto como para poder trabajar en modelos de alto nivel por tramos de eslora, se ha dividido la flota pesquera en los dos tramos más importantes teniendo en cuenta la representatividad de las muestras como se indicó en el capítulo 8, esto es desde y por debajo de 12 m de eslora L.

Así para el periodo 2000 a 2013 se obtienen los resultados indicados en la tabla 10-1 para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora y la tabla 10-2 para las embarcaciones desde 12 m de eslora.

Tabla 10-1: Datos históricos de siniestros en el periodo 2000 a 2013, L menor de 12 m.

Estadísticas de siniestros de embarcaciones de pesca de menos de 12 m de eslora L							
	Número de siniestros	Embarcaciones año	frecuencia	Consecuencias			
				Muertes	muertes por buque año	días fuera de servicio total	Cuantificación económica del accidente sin incluir fallecimientos
Colisión	77	113690	$6,77 \cdot 10^{-4}$	5	$4,40 \cdot 10^{-5}$	10.375	6.430.144 €
Desaparición	1	113690	$8,80 \cdot 10^{-6}$	0	--	--	13.008 €
Escora	52	113690	$4,57 \cdot 10^{-4}$	27	$2,37 \cdot 10^{-4}$	5.765	2.941.593 €
Fallo estructural	0	113690	--	0	--	--	0 €
Fallo mecánico	1	113690	$8,80 \cdot 10^{-6}$	1	$8,80 \cdot 10^{-6}$	--	6.504 €
Hundimiento	136	113690	$1,20 \cdot 10^{-3}$	16	$1,41 \cdot 10^{-4}$	6.955	13.749.973 €
Incendio/explosión	32	113690	$2,81 \cdot 10^{-4}$	0	--	49.804	2.815.146 €
Otro	130	113690	$1,14 \cdot 10^{-3}$	17	$1,50 \cdot 10^{-4}$	6.598	633.661 €
Varada	76	113690	$6,68 \cdot 10^{-4}$	9	$7,92 \cdot 10^{-5}$	16.076	6.621.488 €
Vía de agua	91	113690	$8,00 \cdot 10^{-4}$	1	$8,80 \cdot 10^{-6}$	15.641	1.259.105 €
Total general	596	113690	$5,24 \cdot 10^{-3}$	76			34.470.622 €

Tabla 10-2: Datos históricos de siniestros en el periodo 2000 a 2013, L mayor o igual de 12 m.

Estadísticas de siniestros de embarcaciones de pesca desde 12 m de eslora L							
	Número de siniestros	Embarcaciones año	frecuencia	Consecuencias			
				Muertes	muertes por buque año	días fuera de servicio total	Cuantificación económica del accidente sin incluir fallecimientos
Caída al mar	1	44186	$2,26 \cdot 10^{-5}$	1	$2,26 \cdot 10^{-5}$	0	24.519 €
Colisión	98	44186	$2,22 \cdot 10^{-3}$	1	$2,26 \cdot 10^{-5}$	10292	15.181.746 €
Desaparición	3	44186	$6,79 \cdot 10^{-5}$	3	$6,79 \cdot 10^{-5}$	365	1.050.284 €
Escora	8	44186	$1,81 \cdot 10^{-4}$	5	$1,13 \cdot 10^{-4}$	822	2.903.909 €
Fallo estructural	1	44186	$2,26 \cdot 10^{-5}$	0	--	0	6.504 €
Fallo mecánico	1	44186	$2,26 \cdot 10^{-5}$	0	--	16,5	7.062 €
Hundimiento	50	44186	$1,13 \cdot 10^{-3}$	9	$2,04 \cdot 10^{-4}$	11970	30.744.122 €
Incendio/explosión	39	44186	$8,83 \cdot 10^{-4}$	3	$6,79 \cdot 10^{-5}$	7375	13.843.680 €
Otros	59	44186	$1,34 \cdot 10^{-3}$	7	$1,58 \cdot 10^{-4}$	4366	1.546.546 €
Varada	49	44186	$1,11 \cdot 10^{-3}$	0	--	4196	3.192.260 €
Vía de agua	66	44186	$1,49 \cdot 10^{-3}$	0	--	2357	4.687.132 €
Otros	1	44186	$2,26 \cdot 10^{-5}$	5	$1,13 \cdot 10^{-4}$	365	1.292.991 €
Total general	376	44186	$8,51 \cdot 10^{-3}$	34	$7,69 \cdot 10^{-4}$		73.187.763 €

Para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora, en términos de costes, destaca la colisión (con un número bajo de siniestros mortales), la escora y el hundimiento (ambas con un número alto de muertes). También son notables las varadas. El número de incendios es importante en costes, pero no da lugar a víctimas mortales. En esta taxonomía existen otros siniestros (otros) que no se pueden catalogar entre los anteriores pero que se han cuantificado como averías graves al casco o pérdidas totales, según el caso. Esos siniestros no podrán tenerse en cuenta en los modelos.

Desde el punto de vista económico, para las embarcaciones mayores de 12 m de eslora siguen siendo importantes las colisiones (con alto impacto económico), las varadas y las vías de agua y los incendios/explosiones, que no tienen casi víctimas mortales. Destacan sobre manera los hundimientos con un impacto económico con 50 siniestros.

Comparando los periodos 2000 a 2007 y 2008 a 2013 en esos tramos de eslora se observa bajada del riesgo individual y del riesgo colectivo como se puede ver en las tablas 10-3 y 10-4. Se ha de tener en cuenta que las diferencias económicas entre un periodo y otro se presentan términos absolutos. Para poder compararse realmente habrá que tener en cuenta la caída de la flota. Es por ello por lo que se ha incluido la variación económica por embarcación. También se representan tanto frecuencias como muertes por embarcación y por año. Estas tablas serán más adelante utilizadas para calcular el nivel de seguridad de la flota pesquera.

Es interesante comprobar que para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora las variaciones son significativas. Para este tramo de eslora el hundimiento tiene un descenso relevante, aunque se han contrarrestado con las escoras, que han aumentado durante el segundo periodo. En esta tabla se puede también ver cómo han disminuido el impacto de los siniestros por embarcación para ese periodo. Así se ve que las embarcaciones de menos de 12 m de eslora el impacto de los siniestros se ha reducido en 1.275 € por embarcación (en catorce años) y por año al comparar un ciclo con el otro.

Tabla 10-3: Comparativa periodos 2000-2007 con periodo 2008-2013 esloras menores de 12 m (variaciones negativas indican un aumento en el segundo periodo con respecto al primero)

Embarcaciones de eslora L< 12 m. COMPARACION PERIODO 2000-2007 con el periodo 2008-2013					
	Variación en fallecimientos por embarcación por año	Variación de las frecuencias	Variación de las frecuencias en%	Variación Económica	Variación económica por embarcación
Caída al mar	--	--	--	-- €	-- €
Colisión	-8,38·10⁻⁶	-1,37.10 ⁻⁴	-21,7%	-442.618 €	-55 €
Desaparición	--	1,37.10 ⁻⁵	--	0 €	0 €
Escora	6,21·10⁻⁵	-2,10.10 ⁻⁴	-54,8%	-1.088.365 €	-134 €
Fallo estructural	--	--	--	-- €	--€
Fallo mecánico	1,37·10⁻⁵	1,37.10 ⁻⁵	--	6.504 €	1 €
Hundimiento	1,42·10⁻⁴	1,71.10 ⁻⁴	13,6%	7.922.153 €	976 €
Incendio/explosión	--	1,30.10 ⁻⁴	39,7%	384.459 €	47 €
Varada	-3,62·10⁻⁵	-2,48.10 ⁻³	-95,4%	--€	-- €
Vía de agua	1,23·10⁻⁴	-3,53.10 ⁻⁵	-5,3%	2.310.000 €	284 €
Total				10.351.238 €	1.275 €

Tabla 10-4: Comparativa periodos 2000-2007 con periodo 2008-2013 esloras desde 12 m. variaciones negativas indican un aumento en el segundo periodo con respecto al primero)

Embarcaciones de eslora L≥12 m. COMPARACION PERIODO 2000-2007 con el periodo 2008-2013					
	Variación en fallecimientos por embarcación por año	Variación de las frecuencias	Variación de las frecuencias en%	Variación Económica	Variación económica por embarcación
Caída al mar	3,49·10⁻⁵	3,49.10 ⁻⁵	100,0%	24.519 €	8 €
Colisión	-6,43·10⁻⁵	5,45.10 ⁻⁴	22,6%	5.212.514 €	1.640 €
Desaparición	1,05·10⁻⁴	1,05.10 ⁻⁴	100,0%	1.050.284 €	330 €
Escora	-2,22·10⁻⁴	-1,18.10 ⁻⁴	-84,2%	-2.743.787 €	-863 €
Fallo estructural	---	3,49.10 ⁻⁵	--	6.504 €	2 €
Fallo mecánico	---	3,49.10 ⁻⁵	--	7.062 €	2 €
Hundimiento	3,14·10⁻⁴	2,58.10 ⁻⁴	21,1%	17.273.488 €	5.435 €
Incendio/explosión	-9,37·10⁻⁵	7,20.10 ⁻⁵	7,9%	4.653.697 €	1.464 €
Varada	-2,52·10⁻⁴	-2,31.10 ⁻³	-44,2%	-180.605 €	-57 €
Vía de agua	---	4,21.10 ⁻⁴	33,5%	1.896.767 €	597 €
TOTAL				33.361.172 €	10.441 €

Para las embarcaciones desde 12 m de eslora se observa que las frecuencias se han reducido en el caso de escora y varada. En este sentido existe una variación económica negativa en los siniestros (ya que han

aumentado en el siguiente periodo). Excepto en colisión, escora y explosión/incendio existe una reducción en el número de muertes en el periodo 2008-2013, frente al 2000-2007 (aunque para explosión/incendio y varada el número de fallecimientos es de 1 e incendios de 2 en el periodo 2008-2013). Particularmente en los hundimientos se observa una variación económica significativa en los siniestros. Se puede también notar que las variaciones económicas siguen siendo positivas (es decir el gasto en el periodo 2000-2007 fue mayor que en el periodo 2008-2013) debido a los días fuera de servicio que estuvieron las embarcaciones. La variación económica por embarcación (en 14 años) es de unos 10.400 €.

5. Conclusiones

La ventaja en la estimación de las pérdidas totales utilizando las valoraciones de las embarcaciones de pesca es que, frente a otros tipos de buques como los mercantes, los valores no son tan fluctuantes, por lo que no están sujetas a incrementos de su valor en función de aspectos como los fletes, aunque como se dijo en el capítulo 3 sí influyen las cuotas asignadas. No obstante dada la heterogeneidad que existe en la flota la estimación se antoja compleja.

Se ha calculado el ΔB histórico para la flota de menos de 24 m en el periodo de 14 años por medio de estimación de coste de los siniestros para los que se disponen datos. Los costes se han consultado a astilleros y se han desarrollado unas distribuciones. A la hora de asignar severidades se han aplicado unos factores de corrección a la base de datos que se usará en los modelos.

Teniendo en cuenta que los resultados se han aplicado a los siniestros para los que se disponen de datos suficientes y que posteriormente se ha extrapolado a toda la base de siniestros (histórico) la incertidumbre en los resultados es alta lo cual supone que el cálculo de ΔB debe ser objeto de una mejora sustancial en una fase posterior a la de esta tesis.

Con los ΔB calculados en la base de datos histórica se puede trabajar en la búsqueda del nivel de seguridad en base a costes con la metodología mediante el análisis coste beneficio de medidas a implantar/implantadas, no obstante, dada la incertidumbre de los datos, se debe obrar con precaución en la estimación del nivel de seguridad en base a beneficios.

Los costes calculados permitirán calcular beneficios en la etapa 3 de un FSA.

Tal y como se ha podido comprobar la reducción de siniestros ha implicado un incremento de beneficios significativo para el periodo de 14 años. Esto está en línea con la reducción de las frecuencias.

A la vista de la reducción de las frecuencias podría ser interesante comparar la reducción de las frecuencias con los incrementos de costes de reparación y ver cómo han variado las pólizas de seguro.

Capítulo 10. Anexo 1. Astilleros y talleres Consultados para obtener datos de reparación tras siniestros

Nombre	Nombre Completo	Tipo de empresa
Coterena	Coterena SL	Taller de motores, equipamiento y maquinaria (Vigo)
Nodosa	Nodosa-Astilleros	Astillero (acero)
Astrimar	Asteleiros Triñanes Domínguez, S.L	Astillero (madera)
Metalships	Metalships & Docks, S.A.U	Astillero (acero)
Rodman		Astillero (FRP)
Colomba Tercero	Cerquero de 18 m	Armador
Pesquera Inter SL	Pesquera Inter SL	Armador
Senra	SENRA S.L	Taller de equipos de salvamento
Astilleros de Aguiño	Astilleros de Aguiño	Astillero (acero)
Pleamar	Pleamar (González Ferradás)	Astillero (FRP)

Capítulo 10. Anexo 2.

1. Cálculo de valor de costes de averías en el casco.

1.1.- Predicción para embarcaciones de menos de 7,5 m de eslora.

Teniendo en cuenta los valores proporcionados por los astilleros se procede a estimar una distribución

Figura 10A-1: Distribución costes de reparación de averías en el casco

Figura 10A-2: Muestra de días de reparación para distintas averías

Figura 10A-3: Distribución ajustada de días de reparación.

1.2. -Predicción embarcaciones entre 7,5 m y 15 m de eslora L

Figura 10A-4: Distribución coste de reparación averías en el casco.

Figura 10A-5: Tiempo de reparación averías en el casco

Figura 10A-6: Distribución tiempo de reparación averías en el casco.

1.3. Predicción embarcación entre 15 y 24 m de eslora L

Figura 10A-7: Muestra Costes de reparación.

Figura 10A-8: Distribución costes de reparación.

Figura 10A-9: Muestra tiempo de reparación averías en el casco

2. Cálculo de costes de averías en máquinas.

2.1. Predicción embarcación de menos de 7,5 m de eslora.

Figura 10A-11: Distribución tiempo de reparación averías en máquinas.

2.2.- Predicción embarcaciones entre 7,5 y 15 m de eslora.

Figura 10A-12: Distribución costes de reparación averías en máquinas.

Figura 10A-13: Predicción distribución temporal de reparación de averías en máquinas.

Figura 10A-14: Ajuste de distribución temporal de reparación de averías en máquinas.

2.3.- Predicción embarcaciones entre 15 y 24 m de eslora.

Figura 10A-15: Distribución temporal de reparación averías en máquinas.

Figura 10A-16: Distribución temporal de reparación de averías en máquinas

Capítulo 10. Anexo 3

1.- Costes de reparaciones por tipos de sucesos (la pérdida de ingresos va asociada a los días de reparación)

		L < 7, 5m						7,5 ≤ L < 15 m						15 ≤ L < 24 m					
		Euros			días			Euros			días			Euros			días		
		μ	σ	Φ	μ	σ	Φ	μ	σ	Φ	μ	σ	Φ	μ	σ	Φ	μ	σ	Φ
Colisión	leve	3300	1210	4300	12	5	12	3750	1500	5940	19	7	21	16768	6707	26769	23	9	27
	grave	5705	2092	8705	15	6	16	17113	6845	21553	24	10	26	47800	19120	52700	30	12	31
	Pérdida total																		
Hundimiento	Reflotado	12260	4496	21152	74	30	76	57890	23156	62950	74	30	78	180639	72256	418639	8	37	98
	Pérdida total																		
Varada/vía de agua	leve	3300	1210	3950	12	5	12	3250	1300	4512	19	7	21	16768	6707	45568	23	9	25
	grave	5186	1902	8586	14	6	13	15557	6223	18457	22	9	25	43454	17382	53954	27	11	31
	Pérdida total																		
Incendio Explosión	leve	2377	872	4750	10	4	11	7130	2852	9180	15	6	18	19917	7967	21916	19	8	22
	grave	4754	1743	4754	13	5	14	14261	5704	14261	20	8	22	39833	15933	45865	25	10	27
	Pérdida total																		

2.- Pérdidas de ingresos por cese de actividad

		L < 7, 5m						7,5 ≤ L < 15 m						15 ≤ L < 24 m					
		Ingresos por día en Euros			días			Euros			días			Euros			días		
		μ	σ	Φ (varianza)	μ	σ	Φ	μ	σ	Φ	μ	σ	Φ	μ	σ	Φ	μ	σ	Φ
Colisión	leve	88	22	140	12	5	18	153	41	313	19	7	19	480	106	830	23	9	27
	grave	102	12	210	15	6	16	148	41	199	24	10	27	521	112	549	30	12	31
	Pérdida total																		
Hundimiento	Reflotado	93	52	231	74	11	76	178	43	203	74	30	78	337	109	477	92	37	98
	Pérdida total																		
Varada/vía de agua	leve	98	31	135	12	5	13	153	41	181	19	7	21	341	143	432	23	9	25
	grave	112	15	281	14	6	16	192	49	296	22	9	25	531	106	852	27	11	31
	Pérdida total																		
Incendio/ Explosión	leve	92	32	182	10	4	11	182	67	382	15	6	18	438	156	943	19	8	22
	grave	102	52	2656	13	5	14	153	41	1688	20	8	22	578	123	761	25	10	27
	Pérdida total																		

Capítulo 10. Anexo 4.

1.- Costes medios por pérdidas totales al aplicarse a las embarcaciones de los modelos y extrapolar a la base de datos histórica.

		Eslora (lognormal)					Eslora (gamma)					Eslora (Weibull)				
		L < 7, 5m					7,5≤L< 12m					12≤L< 15m				
		Euros					Euros					Euros				
		μ	σ	Φ	5% percentil	95% percentil	μ	σ	Φ	5% percentil	95% percentil	μ	σ	Φ	5% percentil	95% percentil
Colisión	leve															
	grave															
	Pérdida total	49042	664	51377	39233	56398	185460	1156	233531	183149	188891	384882	144932	4099984	239950	674746
Hundimiento	Reflotado															
	Pérdida total	58850	728	59965	47080	67678	241098	1318	735906	239780	189215	423370	144932	4106984	278438	713234
Varada/vía de agua	leve															
	grave															
	Pérdida total	49042	664	50137	39233	56398	185460	1156	335312	183149	188891	384882	144932	2099984	239950	674746
Incendio Explosión	leve															
	grave															
	Pérdida total	58850	420	176551		47080	67678	185460	91156	1335312		183149	288891	384882	144932	2099984

		Eslora (Weibull) 15 ≤ L < 18 m					Eslora (Weibull) 18 ≤ L < 24 m					Eslora (Weibull) 15 ≤ L < 24 m				
		Euros					Euros					Euros				
		μ	σ	Φ	5% percentil	95% percentil	μ	σ	Φ	5% percentil	95% percentil	μ	σ	Φ	5% percentil	95% percentil
Colisión	leve															
	grave															
	Pérdida total	650558	807	850428	648945	652171	850558	922	1292230	848713	852403	1050558	1025	1322332	1048508	1052608
Hundimiento	Reflotado															
	Pérdida total	618030	786	978228	616458	619602	808030	899	1241230	806232	809828	998030	999	1265332	996032	1000028
Varada/vía de agua	leve															
	grave															
	Pérdida total	780670	884	932110	778902	782437	1020670	1010	1342332	1018649	1022690	1260670	1123	1634373	1258424	1262915
Incendio Explosión	leve															
	grave															
	Pérdida total	1014870	1007	1423432	1012856	1016885	1326870	1152	1844554	1324567	1329174	1638870	1280	1923436	1636310	1641431

11. DESARROLLO DE LOS MODELOS DE ALTO NIVEL. ETAPA 2 DEL FSA

Objetivo

El objetivo de este capítulo es el desarrollo de un análisis de riesgo por medio de modelos de alto nivel para las embarcaciones de pesca dentro de la etapa 2 del FSA que permita determinar el nivel de seguridad y las etapas siguientes de un FSA. Una vez determinados los modelos de alto nivel se procederá a comparar éstos con la base de datos de accidentes para poder determinar su adaptación, tanto en PLL como en costes.

1. Introducción

Tal y como se vio en los capítulos anteriores y a la vista de la base de datos de siniestros disponible se decidió agrupar estos en dos grupos de esloras. Este paso era necesario al disponer de un número limitado de accidentes con información suficiente, respetando la división principal de la legislación nacional sobre seguridad de la vida humana en la mar, lo cual permitiría considerar en fases posteriores el desarrollo de opciones de control del riesgo teniendo en cuenta la normativa nacional. En este capítulo se procederá al análisis de riesgos en grupos de esloras de acuerdo a los modelos que se determinaron en el capítulo anterior.

El propósito del análisis de riesgos es la investigación más estructurada y detallada de las probabilidades en base a frecuencias y de las consecuencias de los distintos escenarios de accidentes identificados. Esto se conseguirá por medio de técnicas de modelización que permitan centrarse en áreas concretas e identificar los factores que contribuyen al nivel de riesgo. Con ello se identificarán:

- la pérdida potencial de vidas (PLL) por tipos de sucesos teniendo en cuenta que en los capítulos anteriores se ha procedido a indicar los PLL resultantes de la base de datos histórica de accidentes; y
- el riesgo a la propiedad en pérdidas económicas teniendo en cuenta el valor de la embarcación en caso de pérdida total, la pérdida económica y la reparación en caso de avería.

Para poder realizar este análisis se procederá a la cuantificación con técnicas de evaluación de riesgo estándar en modelos sencillos de alto nivel por medio de árboles de fallos y eventos unidos entre sí en un tronco común, que es el efecto del accidente [3]. La combinación del árbol de eventos con el árbol de fallos se denomina “bow-tie”, en el que un tipo de suceso se representa con un camino completo desde el evento iniciador hasta el evento final, como el que se indica en la figura 11-1. El diagrama de árbol de fallos es un diagrama lógico que muestra la relación causal entre los eventos que, de manera aislada o combinada, suceden o llevan a que suceda a un evento de un nivel más alto. El árbol de eventos se usa para determinar la frecuencia de un evento tal y como un tipo de suceso [70].

El desarrollo del árbol de fallos tiene una aproximación de arriba abajo que considera todas las causas o eventos que suceden por debajo del nivel más alto. Si han de suceder dos o más eventos que den lugar a un evento de nivel más alto se muestran mediante una puerta lógica “and”. Si un solo evento puede escalar se muestra mediante una puerta lógica “or”. Las puertas lógicas determinan si es necesaria la adición o multiplicación (asumiendo independencia) para obtener los eventos de nivel superior.

Se analizan las probabilidades de éxito o fracaso y multiplicando la frecuencia observada de cada una de las rutas, lo cual que lleva a una probabilidad para cada consecuencia, cada una con magnitudes de severidad distintas. Finalmente cada secuencia termina en un nivel de daño (desde no daño a pérdida total) y los fallecimientos. Estas consecuencias se denominan “estados finales” [68] y sería la

cuantificación de una probabilidad en base a frecuencias, un PLL y una cuantificación económica del daño.

Gracias al árbol de eventos se analizarán los efectos y las consecuencias de un accidente, un fallo o un evento no intencionado pudiendo ramificar la secuencia, al mostrar la probabilidad de un accidente y permitir conectar las acciones de salvaguarda necesarias para mitigar o prevenir que escale, determinando los PLLs al implantar esas acciones.

Por tanto la metodología genérica que se aplicará durante el análisis de riesgos será la de conectar el árbol de fallos (examinando informes de accidentes y recopilando información sobre éstos) con el árbol de eventos para presentar un escenario de accidente completo que refleje una secuencia de eventos partiendo de una salida de las condiciones normales, lo cual se denomina “evento básico” o “evento alto” (basic event- top event). Estos modelos genéricos pueden recoger el alejamiento de las condiciones normales y la respuesta de la embarcación y/o la tripulación para que el conjunto vuelva a las condiciones normales. La respuesta se asocia a las causas raíz de la secuencia de accidente. Es importante tener en cuenta que el desarrollo de los modelos elaborados de alto nivel o modelos de bajo nivel no garantiza llegar a la causa raíz del accidente. Así esta tesis no ahondará en estas causas y tratará los modelos desde un punto de vista estadístico.

Figura 11-1: Modelo Genérico a desarrollar para cada efecto de accidente.

Con estos árboles se puede trabajar introduciendo barreras en el árbol de fallos para evitar que se produzca el suceso, a las cuales se asignaría una efectividad, mientras que en el árbol de eventos las medidas ayudarían a mitigar las consecuencias, lo cual influye en el impacto en pérdida de vidas y propiedad. En el primer caso se traduce en la reducción de probabilidades y en el segundo, a eliminar que el evento escale en un porcentaje de accidentes, pudiéndose cuantificar los beneficios y la reducción de los PLLs.

Las amenazas detectadas en los capítulos anteriores ayudarán junto a este análisis de riesgo [90] a utilizar la efectividad en términos económicos y de vidas humana de la aplicación de opciones de control del riesgo, redundando en porcentajes de reducción de siniestros y mitigación de consecuencias, es decir que el árbol de eventos no continúa escalando en gravedad (lo cual se trata en el etapa 3 del FSA). Por tanto los modelos considerarán, en la medida de lo posible, las consecuencias con respecto a la seguridad y la propiedad [91]. Así los modelos contendrán especificaciones con respecto a la pérdida económica pudiendo evaluar las consecuencias cuantitativamente [92]. Estas últimas se requieren para la etapa 4 del FSA.

2. Estadísticas y Análisis de accidentes.

Las estadísticas de accidentes se trataron en el capítulo 7 y 8, considerando la base de datos elaborada en la que las frecuencias tienen en cuenta el tamaño de la flota en el momento del accidente, recordando que el capítulo 8 indicaba los tipos de sucesos que merecían un especial desarrollo.

Es necesario tener en cuenta que la base de datos contiene principalmente accidentes que son catalogables como graves, ya que en principio no se suelen reportar los accidentes leves. Lamentablemente el no reportar muchos de esos casos conlleva una pérdida de información importante.

No obstante a la división principal que se llevará a cabo para los tramos desde 12 m y por debajo de 12 m será necesario considerar otros tramos de esloras a la hora de aplicar en el modelo opciones de control del riesgo. Para ello es más que suficiente filtrar la base de datos, en particular para las embarcaciones desde 7,5 a 12 m y desde 15 a 24 m de eslora L. Asimismo se observa que sería interesante poder eliminar de los modelos aquellas embarcaciones que no tengan cubierta. Dado que no se disponen de datos fiables se estimará que el 75% de las situadas entre 7,5 m y 12 m de eslora dispone de cubierta, aunque se exige para todas las embarcaciones nuevas desde la entrada en vigor del RD 543/2007. Una posible mejora del modelo sería, por tanto, disponer de datos de cubierta para todas las embarcaciones, y posteriormente realizar una nueva iteración en los modelos.

Tal y como se indicó anteriormente, no todos los accidentes contienen información suficiente para poder ser considerados en los modelos, así por ejemplo en relación a las causas a la hora de enlazar el árbol de causas con el de eventos se estimará que las proporciones se mantienen, esto es, para un tipo de siniestro con causas para “x” accidentes se aplicarán a los efectos de “y” accidentes de manera directa, manteniendo las proporciones, es decir se extrapolará directamente.

3. Modelos de alto nivel/modelos genéricos

Los modelos consideran las pérdidas de ingresos debiéndose tener en cuenta lo calculado en el capítulo 10.

En relación al valor de la embarcación, tal y como se indicó en el capítulo 3, las embarcaciones de pesca tienen un valor que se obtiene de los certificados de valoración de las embarcaciones, que tienen en cuenta los parámetros casco y máquinas. A la hora de considerar el valor actual de las embarcaciones se aplicará el coeficiente de corrección indicado en el capítulo 3 teniendo en cuenta correcciones por inflación, estimada en el 3%. El modelo toma como referencia los valores de las embarcaciones accidentadas que se incorporen, así como la distribución resultante para pérdida total por tramos de esloras en el momento de introducir efectividades de medidas de control del riesgo.

En relación a las capturas no se considerará la pérdida de éstas en el momento del accidente por su difícil cuantificación, considerando más gravosas las pérdidas durante los días en los que la embarcación no puede navegar. En lo relativo al valor de la embarcación en cada accidente con información suficiente se incorpora su pérdida económica de acuerdo al capítulo 10. Los costes en los modelos se aproximan por medio de las distribuciones estadísticas generadas con los siniestros de los que se dispone información.

Los costes de reparación incorporados en los modelos consideran las descripciones de los daños de los informes de la CIAIM, cuando se dispone de estos, y consultas con astilleros. Las consultas permiten estimar los días en que se tarda en realizar las reparaciones. Los costes se incorporan en los modelos de acuerdo a los resultados obtenidos en el capítulo 10 para cada accidente.

En relación a los árboles de eventos de los modelos estos se caracterizan por tener unos criterios comunes que serán los siguientes.

- Condición de carga que será la de bodega con pesca o bodega sin pesca, bien pescando o no pescando, lo cual da lugar a cuatro combinaciones posibles.
- Estado operacional que se considerará que es dónde este navegando en ese momento y que será en esencia puerto, ría, aguas costeras y mar adentro. A los efectos de los accidentes se entiende que aguas costeras son aquellas situadas hasta las 3 millas de la costa.

Otros criterios que se introducen en los modelos dependerán del tipo de suceso.

3.1.Hundimiento

El árbol desarrollado para el modelo de hundimiento se puede ver en la figura 11-2.

Figura 11-2.Árbol de hundimiento.

3.1.1. Modelo de hundimiento para las embarcaciones menores de 12 m de eslora

Después de la revisión de los informes e información disponible de 136 accidentes se llega a reducir la muestra a 91 accidentes. De esos 91 accidentes las pérdidas totales acumuladas son de 30 con un total de 16 fallecimientos pero en la muestra solamente se pudieron utilizar 14 fallecimientos al no disponerse de información de esos accidentes.

La probabilidad resultante de este siniestro es de $2 \cdot 10^{-4}$.

En relación al árbol de fallos se detecta:

- Desplazamiento de la carga 55% o $1,1 \cdot 10^{-4}$ embarcación/año.
- Embarque de agua 22% de los casos o $4,40 \cdot 10^{-5}$ embarcación/año.
- En el 60% de los casos dispone de información que indica que ésta zozobra, tras el desplazamiento de la carga o el embarque de agua en el 23% de los casos o $4,6 \cdot 10^{-5}$ embarcación/año.
- El 50% de los accidentes examinados han sucedido en condiciones de mala mar de fuerza BF2 o superior, esto es el mal tiempo junto con el embarque de agua o el desplazamiento de carga suponen probabilidades de 50% aproximadamente.

Se estudió la influencia de la fecha de construcción de la embarcación para detectar algún patrón. La mayoría de los accidentes que se han reportado son en embarcaciones construidas desde 1980, si bien aparecen un total de 12 embarcaciones construidas antes de 1960. Se ha investigado la relación entre el número de accidentes de las embarcaciones construidas entre un año específico y el número de embarcaciones/año, tal y como se puede ver en la figura 11-3, extrapolando a la base de datos para obtener la probabilidad histórica. En relación con las embarcaciones construidas desde los años 50 en adelante la figura 11-4 muestra la media de embarcaciones que se mantienen de alta en el periodo 2000-2013. La media en las embarcaciones construidas entre 1980 y 1990 es un 66% más alta que las embarcaciones construidas entre 1990 y 2000, y 3 veces más alta que las construidas desde 2000 en adelante. Esto se debe a la reducción del número de embarcaciones a la vez que también se puede deber al esfuerzo realizado por las Administraciones en el control de las embarcaciones de pesca. Se aprecia que apenas hay embarcaciones hundidas construidas tras la entrada en vigor del RD 543/2007. A la vista de las dos figuras parece que no existe una especial relevancia en lo relativo al hundimiento en ningún año o serie de años en concreto.

Figura 11-3. Hundimiento de embarcaciones menores de 12 m de eslora L. % de hundimiento por año de construcción de las embarcaciones. Al extrapolar a la base de datos histórica no se observa ninguna variación.

Figura 11-4 Embarcaciones de menos de 12 m de eslora de alta en el periodo 2000-2010. Media de las embarcaciones de alta en el periodo 2000-2013.

La investigación de los accidentes indica que las consecuencias de éstos están muy influidas por las condiciones de carga (hundimiento de embarcación cargada se produce más rápido que una descargada) y si la embarcación que zozobra puede ser reflotada. El año de construcción de la embarcación no se considera en los arboles de decisión, aunque sí el valor de la embarcación.

3.1.1.1 Condición de carga

El 72% de los casos contiene información sobre la condición de carga que se ha simplificado como bodega sin pesca o bodega con pesca. La distribución se puede ver en la figura 11-5. Esto se corresponde bien con el hecho de que la mayor parte de los hundimientos son por falta de estabilidad o por embarque de agua, la mayor parte de ellos combinados con mal tiempo, pero destacan los accidentes de bodega sin pesca pescando. En muchos casos se debe a que no se estaba el pescado en la bodega al ser de pesca al día o carecer de bodega, indicando estaba en pesos altos.

Figura 11-5. Modelo hundimiento, $L < 12$ m. Condiciones de carga

3.1.1.2. Estado operacional

En el 95% de los casos el estado operacional se encuentra especificado. La mayor parte de los accidentes sucedieron en mar abierto, seguidos de aguas costeras, las rías y puertos como se ve puede ver en la figura 11-6.

Figura 11-6. Modelo hundimiento, $L < 12$ m. Condiciones de carga

3.1.1.3. Consecuencias

El modelo obtenido se puede ver en el Anexo 1 de este capítulo.

La siniestralidad y valor de pérdida de propiedad obtenida muestra una exposición al medio alto para embarcaciones menores, lo cual se agrava por el hecho de que algunos accidentes hayan sucedido con mal tiempo.

Las pérdidas económicas que arroja el modelo son de 8,8 millones de € en total, recuperando la embarcación en caso de zozobra en un 30% de los casos.

3.1.2 Embarcaciones desde 12 m de eslora

Después de la revisión de los informes de accidentes se llega a reducir la muestra a 40 accidentes, que son aquellos de los que se dispone de información. De estos las pérdidas totales acumuladas son de 26, con un total de 18 fallecimientos. A la hora de analizar estos accidentes se obtiene que la frecuencia del evento iniciador es de $1,5 \cdot 10^{-3}$.

La mayoría de los accidentes que se han reportado son en embarcaciones construidas desde 1995 (21 de 40). Al igual que en el apartado anterior se ha investigado la relación entre el número de accidentes de las embarcaciones construidas entre un año específico y el número de embarcaciones año. La media entre las embarcaciones construidas entre 1990 y 2000 es un 50% más alta que las embarcaciones construidas entre 1980 y 1989. La figura 11-7 contiene las frecuencias de los datos que se incorporan en el modelo. Al compararlo con la media de las embarcaciones de alta en el periodo 2000-2013 por año de construcción de la figura 11-8 no se observa ningún patrón en concreto. Se aprecia que apenas hay embarcaciones hundidas construidas tras la entrada en vigor del RD 543/2007.

Figura 11-7. Hundimiento de embarcaciones desde 12 m de eslora L. % Accidentes por año de construcción de las embarcaciones. Al extrapolar a la base de datos histórica no se observa ninguna variación.

Figura 11-8. Embarcaciones de alta en el periodo 2000-2010 (medias anuales en el periodo 2000 a 2013)

La investigación de los accidentes indica que las consecuencias de estos están muy influidas por las condiciones de carga (hundimiento de embarcación cargada se produce más rápido que una descargada) y si la embarcación que zozobra puede ser reflotada, que tiene una frecuencia muy inferior al del apartado anterior. El año de construcción de la embarcación no se considera en los árboles de decisión, aunque sí su antigüedad a los efectos de las valoraciones de los accidentes. En relación con los hundimientos de las embarcaciones desde 12 m, al compararla con las menores (figuras 11-3 y 11-6) se puede comprobar que el perfil de edad es más constante que en las embarcaciones menores de 12 m de eslora y con menos siniestros a medida que la embarcación es más moderna.

3.1.2.1. Condición de carga

En el 80% de los casos contiene información la base de datos de accidentes contiene información con respecto a la condición de carga. Esto se corresponde bien con el hecho de que la mayor parte de los hundimientos son por falta de estabilidad o por embarque de agua, la mayor parte de ellos combinados con mal tiempo. La mayor parte de los accidentes suceden con la bodega con pesca y pescando, tal y como se puede comprobar en la figura 11-9.

Figura 11-9. Modelo hundimiento, $12 \leq L < 24$ m. Condiciones de carga

3.1.2.2. Estado operacional

En el 95% de los casos el estado operacional se encuentra especificado. La mayor parte de los accidentes sucedieron en mar abierto, seguidos de aguas costeras y rías tal y como se puede ver en la figura 11-10.

Figura 11-10. Modelo hundimiento, $12 \leq L < 24$ m. Zona de operación en el momento del accidente

3.1.2.3. Consecuencias

En relación con los fallecimientos el 66% sucedieron mar adentro mientras que el 33% restante fueron en aguas costeras. Para todos los casos de hundimiento con fallecidos se ha producido la pérdida total. En estos accidentes tienen una especial influencia las embarcaciones de entre 15 y 18 m de eslora L. De los 37 accidentes registrados solamente 4 fueron reflotados.

El modelo obtenido se puede ver en el Anexo de este capítulo.

A la vista de los informes sobre los accidentes se puede determinar una deficiente gestión de la estabilidad por parte de los patrones, que no conocen suficientemente los márgenes de las embarcaciones. Otro de los aspectos que destacan en los accidentes es la pérdida de estanqueidad de las embarcaciones en los medios de cierre, lo cual favorece la inundación progresiva y la consiguiente pérdida de estabilidad en las embarcaciones.

Se hace notar que los reflotamientos suceden particularmente para tamaños menores de embarcaciones. En el caso del hundimiento el factor contribuyente principal para la reparación es la reparación de la maquinaria y la electricidad con lo que fácilmente duplica el coste de reparación y multiplica los días de reparación necesarios.

Las pérdidas económicas que arroja el modelo es de 27,9 millones de €.

3.2.- Modelo de colisión

El modelo desarrollado para colisiones se puede ver en la figura 11-11 y trata los accidentes entre embarcaciones, entre dos embarcaciones o una embarcación y un buque.

Figura 11-11: Modelo de colisión para embarcaciones menores de 24 m de eslora L.

3.2.1.- Embarcaciones menores de 12 m de eslora

El modelo se ha desarrollado para un total de 46 de 69 accidentes en el que ha habido 11 pérdidas totales y 3 fallecimientos.

La probabilidad del evento de colisión/vía de agua es de $3,7 \cdot 10^{-4}$. Cuando se examina la base de datos para estos 46 accidentes el 94% contiene información sobre la causa del mismo: error humano por fatiga o por no desconocimiento de las COLREG (39 accidentes, el 85% de los casos), fallo del timón (1 accidentes, 3%), fallo de maquinaria (2 accidentes, 4%), y mal tiempo (2 accidentes, 4%). Estas causas se consideran en el árbol de fallos y llevan al accidente por colisión o vía de agua. En relación con las mismas las probabilidades que se infieren de las frecuencias son las siguientes, tal y como se puede también ver en la figura 11-12.

Causa	Porcentaje	Probabilidad de colisión por causa
Maquinaria/Motor	4,5%	$1,8147 \cdot 10^{-7}$
Mal tiempo	4%	$1,6130 \cdot 10^{-7}$
Fallo humano	85%	$3,1454 \cdot 10^{-6}$
Fallo equipo de gobierno	3%	$1,3826 \cdot 10^{-7}$
Desconocida	4%	$1,6130 \cdot 10^{-7}$

Figura 11-12: Modelo de colisión embarcaciones de menos de 12 m de eslora por causa.

En la investigación de los accidentes las consecuencias dependen de si la embarcación es impacta o impactada, el estado operacional (en aguas costeras, rías y puertos el rescate es más sencillo) y las condición de carga (si el barco tenía pesca o no).

En relación con si la embarcación impacta o es impactada los informes indican que los impactos recibidos son 55% y los que realiza son del 45%. Las embarcaciones de este porte no son fácilmente vistas por los buques de mayor tamaño y, como se ha indicado antes, existe un número alto de incumplimientos del COLREG (RIPA). En otras ocasiones se debe a un exceso de confianza, fatiga o bien a falta de equipo a bordo de las embarcaciones de pesca para suplir el elemento humano.

El estado operacional se especifica en el 75% de los informes. Los accidentes reportados son: 12% en ría, 16% en puerto, 37% en mar abierto y 33% en aguas costeras, de acuerdo a la figura 11-11. En la base de datos llama la atención el número elevado de accidentes más allá de las aguas costeras para este tamaño de embarcaciones, posiblemente en embarcaciones con cubierta y cabinadas.

Figura 11-13: Modelo de colisión de embarcaciones de menos de 12 m de eslora por estado operacional.

3.2.1.1 Condición de carga

La base de datos se analiza con respecto a las condiciones de carga del buque. Para el 70% de los accidentes (32 de 46) la base de datos contiene información sobre la condición de carga. En la mayor parte de los casos el buque se encuentra con pesca (74%) y en el resto de los accidentes el buque se encontraba vacío, lo cual se asocia a que el fallo humano desencadena los accidentes, posiblemente por fatiga.

En los buques mercantes la razón principal para considerar la condición de carga es tener en cuenta el impacto de la pérdida de la carga en el coste económico del accidente. En las embarcaciones de pesca la falta de información no permite conocer si la bodega se encontraba llena o vacía y el valor de la carga. No obstante a la hora de las colisiones o vías de agua sí es interesante considerar si la embarcación se encontraba faenando o no. En este sentido con la información que se dispone se supondrá que el 50% de los casos el barco se encontraba faenando y en 50% no. Al relacionarlo con el “estado operacional” de la embarcación los resultados se pueden ver en la tabla 11- 1 de la que destacan los valores en mar adentro y aguas costeras con pesca en bodega.

Tabla 11-1. Probabilidades relativas para las condiciones de carga en diferentes estados operacionales

Probabilidades relativas para las condiciones de carga en diferentes estados operacionales	Bodega con pesca/pescando	Bodega con pesca/no pescando	Bodega sin pesca/pescando	Bodega sin pesca/no pescando
ría	3%	3%	4%	1%
aguas costeras	10%	10%	6%	5%
mar adentro	14%	14%	6%	12%
puerto	4%	4%	2%	2%

3.2.1.2 Consecuencias

Estas se refieren a daños estructurales o a los equipos, considerándose por tanto la pérdida de ingresos así como el coste de reparación de la avería. Los accidentes para los que se dispone de información se han evaluado con respecto a las consecuencias, pero para poder agruparlos se ha procedido a su catalogación en tres categorías: leve, grave y pérdida total.

La investigación de los accidentes demuestra que la frecuencia de accidentes con fallecimientos aumenta con la severidad del accidente. Se ha analizado la relación entre la extensión del daño y la fecha de construcción de la embarcación para intentar determinar si existe alguna relación. Así en la figura 11-14 se muestran las frecuencias de colisión por año de construcción, separando el accidente entre leve, Grave o pérdida total. Al compararlo con la figura 11-4 no se identifica ninguna tendencia, al ser la fecha de construcción de la embarcación indiferente, lo cual confirmaría el fallo humano como la causa principal.

Figura 11-14. Colisiones de embarcaciones de menos de 12 m de eslora. Frecuencia de colisiones y vías de agua por edad de la embarcación. El dato correspondiente a 1960 es para ese año y los anteriores.

Los resultados no parece que se vean afectados por los cambios en la legislación y por lo tanto esto no se considera en el modelo. En este sentido, en materia de seguridad, parece complejo introducir legislación requiriendo nuevos equipos para prevenir colisiones en embarcaciones de menos de 12 m de eslora.

Finalmente las consecuencias relativas a la seguridad dependen de la influencia del estado operacional y cómo influye éste las acciones para salvar la vida. Como se indicaba anteriormente el número de fallecimientos está relacionado con la severidad del accidente. Tal y como se puede inferir de la tabla 11-2 para la categoría leve se han reportado 0 fallecimientos igual que para la categoría de grave. En el caso de pérdida total con 11 casos hay 3 fallecimientos, con un PLL es de $2,64 \cdot 10^{-5}$. A efectos del PLL se puede indicar es que se pueden rechazar para el modelo los accidentes leves y graves ya que la probabilidad de muerte inferida por las frecuencias es de cero. Un número de fallecimientos tan bajo hará complicado evaluar los CAF y por tanto establecer opciones de control del riesgo para evitar colisiones.

La probabilidad para cada una de las ramas del modelo se determina en base a la serie de datos históricos de la que se dispone teniendo en cuenta (impacta vs recibe impacto), estado operacional y condición de carga. Todos los accidentes con una condición de carga desconocida se distribuyen en las condiciones de carga bodega con pesca o bodega sin pesca correspondiente a la distribución relativa de accidentes para ambas condiciones de carga como se puede ver en la tabla 11-2. El impacto económico en el modelo es el siguiente.

Pérdida total	2.931.599 €
Leve	375.331 €
Grave	979.833 €

El modelo de árbol de eventos para este tipo de siniestro figura en el Anexo de este capítulo.

Tabla 11-2. Probabilidades de cada evento en el árbol para colisiones en embarcaciones de menos de 12 m de eslora

Estado operacional	Condición de carga		Extensión del daño	Probabilidad (%)	Probabilidad de muerte (%)
Ría	Bodega con pesca	Pescando	Leve	0,92%	0%
			Grave	1,28%	0%
			Pérdida total	1,07%	0%
	Bodega con pesca	No Pescando	Leve	0,92%	0%
			Grave	1,28%	0%
			Pérdida total	1,07%	0%
Ría	Bodega sin pesca	Pescando	Leve	1,00%	0%
			Grave	1,39%	0%
			Pérdida total	1,15%	0%
	Bodega sin pesca	No Pescando	Leve	0,22%	0%
			Grave	0,30%	0%
			Pérdida total	0,25%	0%
Aguas Costeras	Bodega con pesca	Pescando	Leve	2,88%	0%
			Grave	3,99%	0%
			Pérdida total	3,33%	0%
	Bodega con pesca	No Pescando	Leve	2,88%	
			Grave	3,99%	0%
			Pérdida total	3,33%	0,0018%
Aguas costeras	Bodega sin pesca	Pescando	Leve	1,76%	0%
			Grave	2,43%	0%
			Pérdida total	2,03%	0%
	Bodega sin pesca	No Pescando	Leve	1,36%	0%
			Grave	1,88%	0%
			Pérdida total	1,57%	0%
Mar adentro	Bodega con pesca	Pescando	Leve	4,07%	0%
			Grave	5,63%	0%
			Pérdida total	4,69%	0,0009%
	Bodega con pesca	No Pescando	Leve	4,07%	0%
			Grave	5,63%	0%
			Pérdida total	4,69%	0%
Mar adentro	Bodega sin pesca	Pescando	Leve	1,58%	0%
			Grave	2,19%	0%
			Pérdida total	1,82%	0%
	Bodega sin pesca	No Pescando	Leve	3,37%	0%
			Grave	4,67%	0%
			Pérdida total	3,89%	0%
Puerto	Bodega con pesca	Pescando	Leve	1,24%	0%
			Grave	1,72%	0%
			Pérdida total	1,43%	0%
	Bodega con pesca	No Pescando	Leve	1,24%	0%
			Grave	1,72%	0%
			Pérdida total	1,43%	0%
Puerto	Bodega sin pesca	Pescando	Leve	0,68%	0%
			Grave	0,94%	0%
			Pérdida total	0,78%	0%
	Bodega sin pesca	No Pescando	Leve	0,49%	0%
			Grave	0,68%	0%
			Pérdida total	0,56%	0%

3.2.2. Modelo de colisión para embarcaciones mayores o iguales a 12 m de eslora

El modelo se ha desarrollado para un total de 68 accidentes en el que ha habido 10 pérdidas totales y ningún fallecimiento.

La probabilidad derivada de las frecuencias del evento de colisión/vía de agua es de $2,28 \cdot 10^{-4}$. El 45% de los accidentes contienen información sobre la causa del mismo: error humano (60 accidentes, en el 88% de los casos), fallo del gobierno (1 accidente, 1,4%), fallo de maquinaria (3 accidentes, 4,4%), y mal tiempo (4 accidentes, 5,8%). Estas causas se consideran en el árbol que llevan al accidente por colisión o vía de agua. En este sentido las frecuencias son las siguientes:

Causa	Probabilidad
Maquinaria/Motor	$1,23 \cdot 10^{-5}$
Mal tiempo	$1,64 \cdot 10^{-5}$
Fallo humano	$2,47 \cdot 10^{-4}$
Fallo equipo de gobierno	$4,11 \cdot 10^{-6}$

Del mismo modo que en el apartado anterior después de la investigación de los accidentes y el juicio experto las consecuencias dependen de los mismos factores: si la embarcación es contactada o es la que contacta, el estado operacional (en aguas costeras, rías y puertos, donde el rescate es más sencillo) y las condición de carga (si el barco tenía pesca o no).

En relación con la manera de impactar los informes estudiados contienen información para indicar que los impactos recibidos son 32% y los que realiza son del 68%. Mientras, en relación al estado operacional, que se especifica en el 75% de los casos se obtiene la siguiente información: 12% en ría, 16% en puerto, 37% en mar abierto y 33% en aguas costeras como se puede ver en la figura 11-15.

Figura 11-15: Modelo de colisión embarcaciones desde 12 m de eslora por estado operacional, en la que se observa un incremento de los accidentes mar adentro con respecto a las embarcaciones de menos de 12 m.

3.2.2.1. Condición de carga

La base de datos se analiza con respecto a las condiciones de carga del buque. Para el 69% de los accidentes (47 de 68) la base de datos contiene información sobre la condición de carga. En la mayor parte de los casos el buque se encuentra con pesca (75%). En el resto de los accidentes el buque se encontraba vacío. Como en el apartado anterior la razón principal para considerar la condición de carga no es poder tener en cuenta no el impacto de la pérdida de la carga en el coste económico del accidente, sino el impacto en las consecuencias del accidente. Del mismo modo es necesario tener en cuenta si el barco se encontraba faenando o no. Los accidentes disponibles el 60% de los casos el barco se

encontraba faenando y en 40% no. Los resultados de la investigación de accidentes se pueden ver en la tabla 11-3.

Tabla 11-3. Eslora mayor o igual a 12 m. Probabilidades relativas de accidente por colisión para las condiciones de carga en diferentes estados operacionales.

Probabilidades relativas para las condiciones de carga en diferentes estados operacionales	Bodega con pesca/pescando	Bodega con pesca/no pescando	Bodega sin pesca/pescando	Bodega sin pesca/no pescando
Mar adentro	15%	15%	5%	5%
Aguas costeras	11%	22%	5%	5%
Ría	4%	4%	2%	2%
Puerto	0%	5%	0%	5%

Destacan particularmente los accidentes en aguas costeras y mar adentro con pesca en bodega sin estar pescando, lo cual de nuevo es indicador de que en el retorno a puerto se producen un buen número de accidentes, posiblemente por error humano debido al cansancio acumulado después de horas de trabajo. Por tanto, el nivel de fatiga en estas embarcaciones sería posiblemente superior al de las embarcaciones de menos de 12 m al llevar más tiempo navegando. No obstante el porcentaje de accidentes es superior en aguas costeras.

3.2.2.2. Consecuencias

Los informes de accidentes se han evaluado con respecto a las consecuencias del mismo modo que para las embarcaciones desde 12 m de eslora, basando las descripciones en tres categorías: avería menor (leve), avería grave y pérdida total. Las diferencias con respecto a las embarcaciones de menos de 12 m son derivadas del daño de las averías.

También se ha analizado la relación entre la extensión del daño y la edad del buque para ver si existe alguna correlación entre el año de construcción y la extensión de la avería, de acuerdo a lo indicado en la figura 11-16, en la que aparecen las frecuencias de colisión por año separadas por la consecuencia: menor (leve), grave o pérdida total. Al comparar con la figura 11-8 no se identifica ninguna tendencia, por lo que la fecha de construcción de la embarcación es indiferente a los efectos de este suceso. Al igual que para las embarcaciones de menos de 12 m, podría parecer que la instalación de equipos en las embarcaciones no mejoran sustancialmente el riesgo de disminuir las colisiones, aunque destaca el índice bajo de accidentes en embarcaciones construidas desde el año 2005.

Figura 11-16: Colisiones y vías de agua de embarcaciones desde 12 m de eslora. Frecuencia de colisiones y vías de agua por edad de la embarcación. El dato correspondiente a 1960 es para ese año y los anteriores.

Con lo anterior los resultados no parece que se vean afectados por los cambios en la legislación.

Las consecuencias relativas a la seguridad dependen de otros parámetros, por ejemplo la influencia del estado operacional. Se han registrado 10 casos de pérdida total sin fallecimientos, por lo que el PLL es de 0. En este caso plantear medidas de control del riesgo específicas para reducir colisiones no será posible teniendo en cuenta el parámetro CAF. Esto se puede ver en la tabla 11-4

La probabilidad para cada una de las ramas del modelo se determina en base a los datos disponibles teniendo en cuenta (impacta vs recibe impacto), el estado operacional y la condición de carga. Todos los accidentes con una condición de carga desconocida se distribuyen en las condiciones de carga bodega con pesca o bodega sin pesca correspondiente a la distribución relativa de accidentes para ambas condiciones de carga. El modelo se puede comprobar en el anexo a este capítulo..

A los efectos de mejorar la base de datos y calcular los modelos para estimación del riesgo y su disminución se podrían rechazar para el modelo los accidentes leves y graves ya que la probabilidad de muerte es de cero. Del mismo modo las medidas para reducir las colisiones tendrían, en principio, poco efecto en la reducción del riesgo por fallecimiento.

Los costes dependen de la dimensión del daño, de la zona en la que sucede éste en el forro y en lo que se refiere a la máquina como el daño al motor, al servo y a la maquinaria auxiliar. El lugar de reparación es importante ya que los varaderos tienen diferencias que pueden llegar al 100%, pero esto no se puede considerar en el modelo, tal y como se vio en el capítulo 10. También es importante la carga de trabajo del varadero y la urgencia del trabajo.

En el modelo del anexo y la tabla 11-4 se pueden examinar los valores obtenidos en el árbol. Teniendo en cuenta esto los valores de pérdida económica obtenidos son de:

Pérdida total	4.377.487 €
Leve	4.064.912 €
Grave	5.896.489 €

El coste económico para este tipo de accidentes es elevado y se puede plantear un estudio coste beneficio con medidas para colisión siempre y cuando no se tenga que tener en cuenta la reducción del riesgo en base a reducción de fallecimientos. El modelo obtenido se puede ver en el Anexo de este capítulo.

Tabla 11-4. Probabilidades de cada evento en el árbol para colisiones en embarcaciones desde 12 m de eslora.

Estado operacional	Condición de carga		Extensión del daño	Probabilidad (%)	Probabilidad de muerte (%)
Ría	Bodega con pesca	Pescando	Leve	0,50%	0%
			Grave	1,30%	0%
			Pérdida total	1,00%	0%
	Bodega con pesca	No Pescando	Leve	0,92%	0%
			Grave	1,28%	0%
			Pérdida total	1,07%	0%
Ría	Bodega sin pesca	Pescando	Leve	1,00%	0%
			Grave	1,39%	0%
			Pérdida total	1,15%	0%
	Bodega sin pesca	No Pescando	Leve	0,22%	0%
			Grave	0,30%	0%
			Pérdida total	0,25%	0%
Aguas Costeras	Bodega con pesca	Pescando	Leve	2,88%	0%
			Grave	3,99%	0%
			Pérdida total	3,33%	0%
	Bodega con pesca	No Pescando	Leve	2,88%	0%
			Grave	3,99%	0%
			Pérdida total	3,33%	0%
Aguas costeras	Bodega sin pesca	Pescando	Leve	1,76%	0%
			Grave	2,43%	0%
			Pérdida total	2,03%	0%
	Bodega sin pesca	No Pescando	Leve	1,36%	0%
			Grave	1,88%	0%
			Pérdida total	1,57%	0%
Mar adentro	Bodega con pesca	Pescando	Leve	4,07%	0%
			Grave	5,63%	0%
			Pérdida total	4,69%	0%
	Bodega con pesca	No Pescando	Leve	4,07%	0%
			Grave	5,63%	0%
			Pérdida total	4,69%	0%
Mar adentro	Bodega sin pesca	Pescando	Leve	1,58%	0%
			Grave	2,19%	0%
			Pérdida total	0,30%	0%
	Bodega sin pesca	No Pescando	Leve	3,57%	0%
			Grave	7,23%	0%
			Pérdida total	3,89%	0%
Puerto	Bodega con pesca	Pescando	Leve	1,40%	0%
			Grave	1,21%	0%
			Pérdida total	1,01%	0%
	Bodega con pesca	No Pescando	Leve	1,51%	0%
			Grave	1,72%	0%
			Pérdida total	1,43%	0%
Puerto	Bodega sin pesca	Pescando	Leve	0,62%	0%
			Grave	0,94%	0%
			Pérdida total	0,78%	0%
	Bodega sin pesca	No Pescando	Leve	0,01%	0%
			Grave	0,01%	0%
			Pérdida total	0,01%	0%

3.3. Modelo de escora

Teniendo en cuenta los accidentes con pérdidas de vidas humanas y las pérdidas totales de la embarcación se ha decidido hacer un modelo exclusivamente para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora en las que se tenga registrada una escora sin hundimiento. Esto es así porque en las embarcaciones desde 12 m la escora lleva al hundimiento por zozobra, por tanto esos datos forman parte del modelo de hundimiento. Además la base de datos solamente tiene registrados dos muertos y cuatro incidentes para esloras desde 12 m. Por ello no compensa trabajar en un modelo, ni siquiera de alto nivel. El modelo desarrollado es el que se presenta en la figura 11-17.

Figura 11-17 Modelo de vuelco/escora

Después de la revisión de los informes de 31 accidentes se llega a reducir la muestra a 25 accidentes. De esos 25 accidentes las pérdidas totales acumuladas son de 2 con un total de 24 fallecimientos. Destaca el alto número de fallecidos tras escora/vuelco de la embarcación.

La probabilidad del evento que inicia es de $3 \cdot 10^{-4}$. En el 60% de los casos la información que refieren a:

- Desplazamiento de la carga o pertrechos con una frecuencia de $2,4 \cdot 10^{-5}$ por embarcación/año
- Embarque de agua, con una frecuencia $6,0 \cdot 10^{-6}$ por embarcación/año

El 60% de los accidentes examinados han sucedido en condiciones de mala mar de fuerza BF2 o superior.

Del mismo modo que en los otros modelos se ha estudiado la relación entre el número de accidentes de las embarcaciones construidas entre un año específico y el número de embarcaciones año. Se aprecia que la frecuencia de los accidentes sucede en particular para las embarcaciones construidas entre 1984 y 1993 y también para el periodo 2000 a 2004, volviendo a decrecer para las nuevas embarcaciones, tal y como se puede ver en la figura 11-18, no obstante a lo anterior el número de accidentes no es significativo como para poder establecer conclusiones.

Figura 11-18: Probabilidad de escora en función de la edad de la embarcación en el modelo

La investigación de los accidentes indica que sus consecuencias están muy influenciadas por la condición de carga (hundimiento de embarcación cargada se produce más rápido que una descargada) y si la embarcación que zozobra se considera pérdida total. En general las embarcaciones de menos de 12 m zozobran pero luego son recuperadas.

El año de construcción de la embarcación no se considera en los arboles de decisión, aunque sí su antigüedad y por lo tanto el valor de la embarcación tal y como se tuvo en cuenta en el capítulo 3 y 10.

En relación con la condición de carga el 72% de los casos contiene información sobre ésta, correspondiéndose con el hecho de que de que la mayor parte de las escoras y vuelcos son por desplazamiento de la carga o por embarque de agua, combinados con mal tiempo. Destacan los accidentes de bodega sin pesca pescando, con un 50%, como se puede ver en la figura 11-19. En muchos casos se debe a que no se estaba el pescado en la bodega al ser de pesca al día o bien por carecer de ella.

Figura 11-19. Escora/vuelco embarcaciones menores de 12 m de eslora L. Condición de carga en el momento del accidente

En el 60% de los casos el estado operacional se encuentra especificado. La mayor parte de los fallecimientos sucedieron en aguas costeras (71%) seguidos de rías (21%) y finalmente mar adentro (8%), tal y como se puede ver en la figura 11-20.

Figura 11-20. Escora/vuelco embarcaciones menores de 12 m. Estado operacional en el momento del accidente

3.3.1 Consecuencias

En relación con las consecuencias el número de pérdidas totales es muy bajo, pero sin embargo el número de fallecimientos es muy alto. De una base de datos de 25 accidentes de los que se dispone en la base de datos se han producido 24 fallecimientos, por lo que la escora es un accidente con un índice de siniestralidad alta. Desde el punto de vista económico el impacto es alto debido aunque en un porcentaje importante los siniestros no redundan en pérdida total ya que las embarcaciones son frecuentemente reflatadas. La distribución se puede ver en la tabla 11-5.

Tabla 11-5. Combinación de consecuencias de accidentes con condiciones operacionales y consecuencias económicas

	Pescando - bodega con pesca	No pescando - bodega con pesca	Pescando- bodega sin pesca	No pescando- bodega sin pesca
Ría- Pérdida total	--	--	--	--
Ría- Reflatado	--	4,16%	--	16,67%
Aguas costeras- Pérdida total	4,17%	4,19%	--	--
Aguas costeras- reflotado	12,50%	4,16%	45,85%	--
Mar adentro Perdida total	--	--	--	--
Mar adentro- Reflatado	4,17%	--	4,15%	--
Puerto- Pérdida total	--	--	--	--
Puerto – Reflatado	--	--	--	--

De entre todos los accidentes destaca en particular los sucedidos en aguas costeras en las que la embarcación estaba pescando y con pesca en cubierta en un 46% de los casos. Solamente en los accidentes en aguas costeras existe la pérdida total, pero esta se produce en un porcentaje muy pequeño (un 8,4% de las embarcaciones tienen pérdida total).

De los accidentes de los que se dispone sólo el 8% indica las consecuencia es una avería en el casco. La caída al agua es, obviamente, la consecuencia principal, en el 80% de los accidentes. De todos los fallecimientos el 70% son en aguas costeras y de estos casi el 45% (del total) se han producido pescando y con la pesca en cubierta, por lo que se ha producido un corrimiento de carga o un momento de escora.

Como en el caso de hundimiento, destaca el desconocimiento de estabilidad de las embarcaciones así como la falta de estanqueidad y la estiba en zonas altas. El corrimiento de la carga es determinante cuando se realiza la estiba en cubierta acompañado de mala mar.

En relación a los costes que arroja el modelo se obtiene la cifra de 2,4 millones de €, considerando todos los accidentes registrados como graves.

3.4. Modelo de varada/vía de agua

Este modelo supone que las embarcaciones sufren varada bien por aspectos técnicos (p.ej. fallo de motor, de gobierno o de navegación) que hace que derive la embarcación o bien por otros desencadenantes como el mal tiempo o la escora previa. Con ello el modelo de alto nivel que se ha desarrollado es el que aparece en la figura 11-21 que contempla una varada o vía de agua.

Figura 11-21. Modelo de alto nivel para varada o vía de agua.

Para este modelo destaca en el árbol de eventos si hay deriva del motor además del tipo de contacto en el caso de varada.

3.4.1. Embarcaciones de menos de 12 m de eslora L

El modelo de varada/vía de agua se desarrolla para un total de 139 accidentes, de los 151 de los que dispone la base de datos. La probabilidad del evento iniciador se determina en base a los informes de los que se dispone, que es de $5,5 \cdot 10^{-4}$. Para estos casos se descarta que la vía de agua sea por colisión, aspecto que se abordó en el modelo específico. El modelo consta de 16 pérdidas totales y 9 fallecidos.

Solamente el 27,5% de los informes de accidentes (37) proporcionan documentación sobre la causa de los accidentes. Las causas principales son fallo humano -incluyendo mal tiempo en la navegación, error humano y fallo del sistema- (15; 40%), fallo de amarras (3; 8%), fallo del servomotor (4; 11%), fallo de la máquina (7; 19%) o mal tiempo 8, 22%, incluyendo una escora o vía de agua por pérdida de

estanqueidad (“lowi” en la figura 11-19). Estas causas (eventos básicos) se consideran en el árbol de decisión que llevan a la categoría de accidente varada y vía de agua.

Teniendo en cuenta lo anterior las probabilidades que se infieren son las siguientes:

Amarre	$4,40 \cdot 10^{-5}$
Maquinaria	$1,04 \cdot 10^{-4}$
Fallo humano en navegación	$2,20 \cdot 10^{-4}$
Servomotor o fallo máquina	$6,05 \cdot 10^{-5}$
Mal tiempo con escora y pérdida de estanqueidad*	$1,21 \cdot 10^{-4}$
*sin referencia a que haya habido otros fallos anteriores	

Los informes de accidentes muestran que los eventos básicos (amarre, maquinaria y equipo de gobierno) ocurren en combinación con mal tiempo tales como fuerte viento y mar de fondo, y el 62% de los accidentes pueden clasificarse en estas categorías. En este contexto la investigación de las categorías sobre si la embarcación ha derivado o no ha derivado indica que en el 55% de los casos la embarcación deriva. Los accidentes por varada/vía de agua llevan a consecuencias distintas en función de si se ha mantenido o no la propulsión.

En relación con el tipo de contacto no se ha encontrado información en más que el 30% de los informes. De estos el 65% corresponde a una varada en piedras y el 35% de estos da lugar a una varada con daños graves. En el caso de varada en arena los daños son leves.

3.4.1.1. Condición de carga

La investigación de los accidentes muestra una relación entre la condición de carga y el daño al casco. Sin embargo la condición de carga tiene un impacto (menor) sobre la pérdida económica. Para el modelo varada/vía de agua se considera simplemente la condición de bodega con pesca o bodega sin pesca. La tabla 11-6 presenta la relación entre las dos condiciones de carga y la condición operacional de la embarcación en el árbol de eventos. Los porcentajes indican que en ambos casos el barco estaba o había faenado, por lo que claramente existe una componente temporal en los accidentes, asociada al fallo del equipo por uso o al error humano, tal y como se indica en el apartado anterior.

Tabla 11-6. Varada/vía de agua embarcaciones de menos de 12 m de eslora. Relación entre el estado operacional, la condición de carga.

Deriva	Si deriva		No deriva		
	Bodega con pesca	Bodega sin pesca	Bodega con pesca	Bodega sin pesca	Carga/ Descarga
Ría	4%	3%	4%	3%	--
Aguas costeras	8%	6%	17%	14%	--
Mar adentro	4%	3%	11%	9%	--
Puerto	2%	2%	4%	4%	--

3.4.1.2. Estado operacional

En el 99% de los informes se establece el estado operacional. De acuerdo a la información disponible el 46% de los accidentes suceden en aguas costeras, el 27,78% en mar abierto, el 14% en rías y el 13,2% en puertos. En relación al tipo de contacto la información es menor y se observan porcentajes similares en aguas costeras y en mar abierto (con un número mayor de incidentes en aguas costeras), tal y como se indica en la tabla 11-7. Para mar abierto las probabilidades de contacto con un objeto aumentan, aunque el contacto por el fondo no es frecuente. No obstante a lo anterior el número de accidentes

reportados para mar abierto, puerto, ría y contacto con otros objetos no permiten un tratamiento estadístico.

Tabla 11-7. Estado operacional y tipo de contacto.

Estado operacional\ Contacto	Arena	Roca	Otros objetos	Notas
Mar abierto	30%	60%	10%	número pequeño de accidentes (10) para poder hacer un tratamiento estadístico adecuado
Aguas costeras	30%	65%	4%	número limitado de accidentes (23) para poder hacer un tratamiento estadístico adecuado
Ría	25%	63%	13%	número pequeño de accidentes (8) para poder hacer un tratamiento estadístico adecuado
Puerto	17%	67%	17%	número pequeño de accidentes (6) para poder hacer un tratamiento estadístico adecuado, pero mayor índice de accidentes que en otros tipos como hundimiento

3.4.1.3. Consecuencias.

A la hora de tener en cuenta las consecuencias se ha procedido a clasificar los accidentes en relación a la seguridad y la propiedad de la siguiente manera:

- Leve. La embarcación se reflota o sale por sus propios medios y vuelve al servicio tras una inspección. No se requiere una reparación de valor significativo y las averías son pequeñas deformaciones. No hay vía de agua.
- Grave. Se considera que hay un daño estructural significativo en el accidente que lleva a la vía de agua y que requiere puesta en seco después de la puesta a flote. Los daños típicos son los indicados en el capítulo 10.
- Pérdida. Es la pérdida total de la embarcación. No se distingue si es pérdida dada por el seguro o no.

La extensión del daño se establece en base a los informes de accidentes: las probabilidades de los escenarios en el árbol de eventos se determinan utilizando la misma aproximación anterior (es decir accidentes con características del fondo no especificadas se distribuyen de acuerdo a la distribución relativa de los accidentes que contienen información). Teniendo esto en cuenta la catalogación de los accidentes con información suficiente destacan los accidentes leves con fondo de arena y las pérdidas totales en el caso de varada en roca como se indica en la tabla 11-8.

Tabla 11-8. Consecuencias de los accidentes de varada/vía de agua en embarcaciones de eslora menor de 12 m (sólo accidentes con información disponible)

	Arena	Roca	Otros Objetos
Leve	65%	35%	0%
Grave	0%	100%	0%
Pérdida total	0%	85%	15%

De la base de datos de accidentes se puede determinar que en el caso de las varadas un porcentaje menor derivan en pérdida total, pero casi siempre por contacto con roca.

Para explorar la relación de la frecuencia de este accidente con la fecha de construcción de la embarcación se obtiene la figura 11-22. En ella se puede ver que la probabilidad se mantiene constante indistintamente de la edad de la embarcación. Al comparar con la figura 11-4 Esto indica la escasa

influencia de la fecha de construcción (y por tanto de los materiales) en los accidentes. Otro aspecto a notar es la prevalencia del efecto de vía de agua por encima de las varadas.

Figura 11-22. Frecuencias de los accidentes por varada o vía de agua en embarcaciones menores de 12 m de eslora por fecha de construcción de la embarcación.

La mayoría de los siniestros (50%) se han registrado para un barco pescando que opera en aguas costeras. En relación al número de fallecimientos en la base de datos disponibles sobre se registraron 11 fallecimientos para un total de 151 accidentes, pero solamente se dispone información para un total de 9 fallecimientos. En este sentido el 95% de los accidentes de varada/vía de agua no tienen fallecimientos.

Además de las consecuencias en términos de fallecimientos (PLL) las consecuencias finales dependen de otros parámetros. Así el estado operacional influye en el acceso a la embarcación y el tiempo de reacción para el rescate. Para un accidente con pérdida total se observan los ratios más altos de PLL, mientras en los accidentes con averías menores no se observan fallecimientos.

El ratio de fallecimientos para todos los accidentes de varada da un PLL de $6,06 \cdot 10^{-4}$, pero para los accidentes para los que se dispone de información este ratio baja a $7,91 \cdot 10^{-5}$. En caso de pérdida total el ratio de fallecimientos por accidente es el más alto por lo que las varadas/vías de agua con pérdida total de la embarcación son los accidentes a evitar.

La probabilidad de fallecimientos se determina para cada una de las ramas de acuerdo con los datos históricos teniendo en cuenta el “estado operacional”, “deriva o no”, “extensión del daño” y “condición de carga”. Todos los accidentes con información desconocida (p.ej. tipo de contacto o si el accidente es leve o grave) se consideran distribuyendo las consecuencias con respecto al grupo conocido de acuerdo a la distribución relativa de las clases conocidas (por ejemplo N fallecimientos para aguas costeras con fondo desconocido. Los datos se resumen en la tabla 11-9.

Estos datos se usan para especificar las probabilidades de los diferentes escenarios del árbol de eventos que consideran otros eventos que no han sido reportados

Teniendo en cuenta lo anterior se concluye que las varadas son principalmente en roca y en aguas costeras debido al exceso de confianza de los patrones al acercarse a las rocas, en las que abundaría la pesca, siendo muy peligroso, tanto desde el punto de vista de la pérdida de propiedad como del riesgo de fallecimiento.

Tabla 11-9. Probabilidades de accidentes y de fallecimientos por varada/vía de agua en embarcaciones menores de 12 m de eslora.

Estado operativo	Condición de carga	Fondo	Extensión del daño	No de accidentes	Probabilidad del accidente	No de fallecimientos	Probabilidad de fallecimiento (%)
Mar abierto	Bodega con Pesca	Roca	Leve	3%	0,002%	--	
			Grave	8%	0,005%	1	0,06%
			Pérdida total	4%	0,002%	2	0,11%
	Bodega sin pesca	Arena	Leve	6%	0,003%	--	--
			Grave	0%	0,000%	--	--
			Pérdida total	2%	0,001%	1	0,06%
Aguas costeras	Bodega con Pesca	Roca	Leve	3%	0,002%	--	--
			Grave	18%	0,010%	--	--
			Pérdida total	3%	0,001%	3	0,17%
	Bodega sin pesca	Arena	Leve	5%	0,003%	--	--
			Grave	0%	0,000%	--	--
			Pérdida total	0%	0,000%	--	--
	Bodega con pesca	Otro objeto	Leve	0%	0,000%	--	--
			Grave	0%	0,000%	--	--
			Pérdida total	6%	0,003%	2	0,11%
	Bodega sin pesca	Desconocido	Leve	12%	0,007%	--	--
			Grave	0%	0,000%	--	--
			Pérdida total	0%	0,000%	--	--
Ría	Bodega con Pesca	Roca	Leve	2%	0,001%	--	--
			Grave	9%	0,005%	--	--
			Pérdida total	1%	0,001%	--	--
	Bodega sin Pesca	Arena	Leve	2%	0,001%	--	--
			Grave	0%	0,000%	--	--
			Pérdida total	1%	0,001%	--	--
	Bodega con Pesca	Otro objeto	Leve	0%	0,000%	--	--
			Grave	0%	0,000%	--	--
			Pérdida total	0%	0,000%	--	--
	Bodega sin pesca	Desconocido	Leve	0%	0,000%	--	--
			Grave	5%	0,003%	--	--
			Pérdida total	0%	0,000%	--	--
Puerto	Bodega con Pesca	Roca	Leve	2%	0,001%	--	--
			Grave	3%	0,002%	--	--
			Pérdida total	0%	0,000%	--	--
	Bodega sin pesca	Arena	Leve	2%	0,001%	--	--
			Grave	0%	0,000%	--	--
			Pérdida total	0%	0,000%	--	--
	Bodega con Pesca	Otro objeto	Leve	0%	0,000%	--	--
			Grave	0%	0,000%	--	--
			Pérdida total	1%	0,001%	--	--
	Bodega sin pesca	Desconocido	Leve	0%	0,000%	--	--
			Grave	0%	0,000%	--	--
			Pérdida total	0%	0,000%	--	--

A la vista de las distribuciones estimadas en el capítulo 10 se puede considerar que los accidentes tienen la siguiente distribución económica:

pérdida total	5.513.831 €
Grave	1.349.193 €
Leve	1.010.488 €

El Anexo contiene el modelo que se ha desarrollado para este tipo de siniestro.

3.4.2 Embarcaciones desde 12 m de eslora.

El modelo de varada o vía de agua se desarrolla para un total de 65 accidentes, de los 115 de los que dispone la base de datos. La probabilidad del evento iniciador se determina en base a los informes de los que se dispone, que es de $3 \cdot 10^{-4}$. La base de datos cuenta con 14 pérdidas totales y 0 fallecidos. No obstante se ha realizado este modelo por el alto impacto en costes que tienen este tipo de accidentes, de unos 7,8 millones de € en la base de datos histórica en los últimos 14 años, como se pudo ver en el capítulo 10.

Solamente el 42% de los informes de accidentes proporcionan documentación sobre la causa del accidente. Las causas principales son fallo humano -incluyendo mal tiempo en la navegación, error humano y fallo del sistema- (24; el 48% de los casos), fallo de amarras (1, el 2% de los casos), fallo del servomotor (2; el 4% de los casos), fallo de la máquina (14; el 28% de los casos), o mal tiempo – incluyendo escora o vía de agua por pérdida de estanqueidad- (8, el 16% de los casos). Estas causas (eventos básicos) se consideran en un árbol de decisión que llevan a la categoría de accidente varada y vía de agua, tal y como aparece en la figura 11-18

Teniendo en cuenta lo anterior las probabilidades que se infieren son las siguientes:

Amarre	$6,66 \cdot 10^{-7}$
Maquinaria	$9,33 \cdot 10^{-6}$
Fallo humano en navegación	$1,40 \cdot 10^{-5}$
Servomotor	$6,66 \cdot 10^{-7}$
Mal tiempo con escora y pérdida de estanqueidad	$5,33 \cdot 10^{-6}$
*sin referencia a que haya habido otros fallos anteriores	

Los informes de accidentes muestran que los eventos básicos (amarre, maquinaria, servo) ocurren en combinación con mal tiempo tales como fuerte viento y mar de fondo. En este contexto se puede observar que los accidentes por varada/vía de agua llevan a distintas consecuencias en función de si se ha mantenido o no la propulsión tal y como se puede ver en la tabla 11-10.

Tabla 11-10. Relación entre extensión de la avería y si la embarcación ha quedado a la deriva.

Categoría de varada	Extensión de la avería		
	Pérdida de la embarcación	Grave	Leve
Con deriva sin propulsión	16%	14%	70%
Sin deriva	10%	35%	55%

En relación con el tipo de contacto no se ha encontrado información en más que el 30% de los informes. De éstos el 65% corresponde a una varada en piedras y el 35% de estos da lugar a una varada con daños graves. En el caso de varada en arena se supone que los daños son leves.

3.4.2.1. Condición de carga

Al igual que para las embarcaciones de menos de 12 m los datos de accidentes de los que se disponen muestran una relación entre la condición de carga y el daño al casco. Igualmente al modelo anterior la condición de carga tiene un impacto (menor) sobre la pérdida económica, aunque se considera en el árbol de eventos para poder extraer información al respecto, con la condición de bodega con pesca o

bodega sin pesca. La tabla 11-11 resume la relación entre las dos condiciones de carga y la condición operacional de la embarcación, que se usa en el árbol de eventos, destacando los accidentes sin deriva y bodega sin pesca. Para las embarcaciones desde 12 m de eslora este aspecto puede indicar una excesiva exposición al riesgo en caso de que no se consiga faenar con éxito, buscando por tanto capturas.

Tabla 11-11. Varada/vía de agua embarcaciones desde 12 m de eslora. Relación entre el estado operacional y la condición de carga.

	Bodega con pesca		Bodega sin pesca		Carga/ Descarga
	Motor si	Motor no	Motor si	Motor no	--
Ría	3%	3%	2%	0%	--
Aguas costeras	7%	12%	16%	7%	--
Mar abierto	3%	7%	17%	12%	--
Puerto	9%	1%	0%	0%	--

3.4.2.2. Estado operacional

Para mar abierto las probabilidades de varada en roca, arena o contacto con un objeto aumentan, pero el contacto por el fondo es más remoto. Destacan las varadas en roca en aguas costeras y mar abierto. De esta manera se obtiene la tabla 11-12. Por número de embarcaciones el número de siniestros es significativamente más alto en roca, tanto en ría como en aguas costeras.

Tabla 11-12. Estado operacional y tipo de contacto.

Estado operacional/Tipo de contacto	Arena	Roca	Otros objetos	Notas
Mar abierto	0%	11%	89%	número de accidentes insuficiente (9) para poder hacer un tratamiento estadístico adecuado
Aguas costeras	5%	79%	16%	número de accidentes insuficiente (19) para poder hacer un tratamiento estadístico adecuado
Ría	9%	82%	9%	número de accidentes insuficiente (11) para poder hacer un tratamiento estadístico adecuado
Puerto	13%	63%	25%	número de accidentes insuficientes (8) para poder hacer un tratamiento estadístico adecuado

3.4.2.3. Consecuencias

A la hora de tener en cuenta las consecuencias se ha procedido a clasificar los accidentes en relación a la seguridad y la propiedad del mismo modo que en el apartado 3.4.1.3 para embarcaciones menores de 12 m de eslora. Una vez agrupados estos de acuerdo a lo indicado en la tabla 11-13 se comprueba que los accidentes leves en fondo de arena no se han reportado y que los accidentes reportados con contacto en roca son graves. En relación al contacto con otros objetos el 85 % de los accidentes son graves.

Tabla 11-13. Consecuencias de los accidentes de varada/vía de agua en embarcaciones de eslora menor de 12 m (solo accidentes con información disponible) por tipo de contacto.

	Arena	Roca	Otros Objetos
Leve	0%	10%	13%
Grave	100%	70%	85%
Pérdida total	0%	20%	2%

El ratio de fallecimientos para todos los accidentes de varada es de PLL de 0. La mayoría de las varadas (50%) se han registrado para un barco pescando que opera en aguas costeras.

Del mismo modo que en otros modelos se ha analizado la probabilidad de los accidentes por año de construcción con los resultados que aparecen en la figura 11-21. Dejando de lado las probabilidades en embarcaciones construidas en 1960 y anteriormente solamente se observa una caída en las embarcaciones construidas desde el año 2004. En este sentido y a pesar de la caída significativa de los accidentes de embarcaciones construidas en el periodo 2006-2012, al comparar con la figura 11-8 se podría concluir que la fecha de construcción de la embarcación tiene poca influencia en este tipo de accidente, ya que el patrón de accidentes es irregular. Al comparar esta figura con la de las embarcaciones de menos de 12 m de eslora se hace patente la frecuencia inferior de este tipo de accidentes y por tanto la relación con el factor humano.

Figura 11-23. Frecuencias de accidentes por varada o vía de agua en embarcaciones desde 12 m de eslora.

La probabilidad de fallecimientos se determina para cada una de las ramas de acuerdo con los datos históricos teniendo en cuenta los pasos anteriores en el árbol de eventos “estado operacional”, “deriva o no”, “extensión del daño” y “condición de carga”. No obstante este tipo de suceso refleja una probabilidad nula en cuanto a fallecimientos al no haberse registrado ninguno. Tal y como sucede en la colisión la repercusión principal de este efecto es la pérdida económica. De esta manera, para este tipo de accidente será difícil determinar medidas de control del riesgo con una reducción efectiva del mismo de acuerdo a técnicas de FSA utilizando el CAF ya que no hay reducción de riesgo posible en base a éste. Los datos se resumen en la tabla 11-14.

Tal y como se ha mencionado más arriba la extensión del daño se especifica en base a los informes de accidentes: las probabilidades de los escenarios en el árbol de eventos se determinan en base al análisis estadístico utilizando la misma aproximación que en el apartado de seguridad anterior (es decir accidentes con características del fondo no especificadas se distribuyen de acuerdo a la distribución relativa de los informes). En relación con el daño a la propiedad la mayor parte de este caso destacan las averías en el casco y aparecen algunos casos de caída del hombre al agua. Las probabilidades relativas se indican en la tabla que figura en el Anexo a este capítulo.

El modelo desarrollado aporta unas pérdidas económicas de 3.380.070 € Dado que el número de embarcaciones con pérdida total en el periodo 2000-2013 es de 5 (de aquellas embarcaciones que se han podido incluir en el modelo) la pérdida de potencial de la embarcación es de $1,132 \cdot 10^{-4}$. El modelo figura en el Anexo al capítulo.

Tabla 11-14. Probabilidades de accidentes y de fallecimientos por varada/vía de agua en embarcaciones desde 12 m de eslora.

Estado operativo	Condición de carga	Fondo	Extensión del daño	% de accidentes	Probabilidad del accidente	Probabilidad de fallecimiento (%)
Mar abierto	Bodega con Pesca	Roca	Leve	3,70%	$1,110 \cdot 10^{-6}$	
			Severo	12,95%	$3,886 \cdot 10^{-6}$	--
			Pérdida total	5,28%	$1,583 \cdot 10^{-6}$	--
	Bodega sin pesca	Arena	Leve	--	--	--
			Severo	4,28%	$1,283 \cdot 10^{-6}$	--
			Pérdida total	--	--	--
Aguas costeras	Bodega con Pesca	Roca	Leve	5,85%	$1,754 \cdot 10^{-6}$	--
			Severo	20,46%	$6,138 \cdot 10^{-6}$	--
			Pérdida total	2,92%	$8,768 \cdot 10^{-7}$	--
	Bodega sin pesca	Arena	Leve	--	--	--
			Severo	2,34%	$7,034 \cdot 10^{-7}$	--
			Pérdida total	--	--	--
	Bodega con pesca	Otro objeto	Leve	0,25%	$7,599 \cdot 10^{-8}$	--
			Severo	1,66%	$4,968 \cdot 10^{-7}$	--
			Pérdida total	0,04%	$1,169 \cdot 10^{-8}$	--
	Bodega sin pesca	Desconocido	Leve	--	--	--
			Severo	--	--	--
			Pérdida total	--	--	--
Ría	Bodega con Pesca	Roca	Leve	2,27%	$6,819 \cdot 10^{-7}$	--
			Severo	7,96%	$2,387 \cdot 10^{-6}$	--
			Pérdida total	1,14%	$3,409 \cdot 10^{-7}$	--
	Bodega sin Pesca	Arena	Leve	--	--	--
			Severo	--	--	--
			Pérdida total	--	--	--
	Bodega con Pesca	Otro objeto	Leve	0,16%	$4,925 \cdot 10^{-8}$	--
			Severo	--	--	--
			Pérdida total	--	--	--
	Bodega sin pesca	Desconocido	Leve	--	--	--
			Severo	--	--	--
			Pérdida total	--	--	--
Puerto	Bodega con Pesca	Roca	Leve	--	--	--
			Severo	9,13%	$2,739 \cdot 10^{-6}$	--
			Pérdida total	--	--	--
	Bodega sin pesca	Arena	Leve	--	--	--
			Severo	0,22%	$6,525 \cdot 10^{-8}$	--
			Pérdida total	--	--	--
	Bodega con Pesca	Otro objeto	Leve	0,03%	$8,483 \cdot 10^{-9}$	--
			Severo	4,43%	$1,330 \cdot 10^{-6}$	--
			Pérdida total	0,02%	$5,209 \cdot 10^{-9}$	--
	Bodega sin pesca	Desconocido	Leve	--	--	--
			Severo	--	--	--
			Pérdida total	--	--	--

3.5. Explosión e incendio.

El modelo desarrollado para este tipo de suceso es el indicado en la figura 11-24.

Figura 11-24. Modelo para embarcaciones de menos de 24 m de eslora para el caso de explosión e incendio.

Para este modelo destaca en el árbol de eventos la incorporación del espacio en el que se produce el incendio así como si se ha conseguido extinguir el incendio con medios propios.

3.5.1 Embarcaciones de menos de 12 m de eslora

El modelo de explosión se desarrolla teniendo como base 24 accidentes para embarcaciones de menos de 12 m, de un total de 25 accidentes de los que dispone la base de datos, con un número de pérdidas totales de 7 embarcaciones.

La mayoría de las explosiones o incendios han sucedido en la cámara de máquinas y el resto en la habitación, bien en camarotes o en la cocina. En el caso de la muestra no se produjo ningún incendio en las bodegas o el parque de pesca.

La probabilidad del evento iniciador es de $0,4 \cdot 10^{-4}$. Durante la investigación en la base de datos se ha concluido que las causas principales son las fugas de combustible o aceite (29%), explosiones en el cárter e incendio del motor (4%), sobrecalentamiento de equipos (20 %), fallo de cableado eléctrico (8%) fallo de funcionamiento de cuadros eléctricos (8%), incendio en cocina (incluyendo explosión) (25%) e incendio en camarotes (4%). Las distintas causas se han tenido en cuenta en el árbol de decisión con las siguientes probabilidades de causa (raíz).

Fuga de aceite	$1,167 \cdot 10^{-5}$
Explosión del cárter	$1,667 \cdot 10^{-6}$
Sobrecalentamiento	$8,333 \cdot 10^{-6}$
Fallo de cableado/Baterías	$3,333 \cdot 10^{-6}$
Malfuncionamiento del cuadro	$3,333 \cdot 10^{-6}$
Malfuncionamiento de cocinas	$1,000 \cdot 10^{-5}$
Incendio camarotes por motivos varios	$1,667 \cdot 10^{-6}$

En relación con la actuación de los medios de extinción de incendios, los accidentes que disponen de información relevante indican que el incendio se ha intentado suprimir o se ha suprimido por los medios de abord (entre el 63 y 75% de los casos) o ha sido necesaria la ayuda externa (entre el 38% y el 25% de los casos). La distribución es la que se indica en la tabla 11-15.

Tabla 11-15. Embarcaciones de menos de 12 m de eslora. Probabilidades relativas de lucha contraincendios teniendo en cuenta el estado operacional y la posición del daño a la embarcación

			Con pesca en bodega	Sin pesca en bodega
Medios externos	Ría	Habilitación	--	--
		Bodega	--	--
		Cámara de máquinas	$4,18 \cdot 10^{-2}$	$1,66 \cdot 10^{-1}$
	Aguas costeras	Habilitación	$4,16 \cdot 10^{-2}$	--
		Bodega	--	--
		Cámara de máquinas	$4,18 \cdot 10^{-2}$	$4,15 \cdot 10^{-2}$
	Mar adentro	Habilitación	--	$7,50 \cdot 10^{-2}$
		Bodega	--	--
		Cámara de máquinas	--	$4,15 \cdot 10^{-2}$
	Puerto	Habilitación	--	--
		Bodega	--	--
		Cámara de máquinas	--	$4,15 \cdot 10^{-2}$
Medios de abordó	Ría	Habilitación	--	--
		Bodega	--	--
		Cámara de máquinas	--	--
	Aguas costeras	Habilitación	$4,17 \cdot 10^{-2}$	$1,66 \cdot 10^{-1}$
		Bodega	--	--
		Cámara de máquinas	--	$3,00 \cdot 10^{-1}$
	Mar adentro	Habilitación	--	$4,16 \cdot 10^{-2}$
		Bodega	--	--
		Cámara de máquinas	$4,16 \cdot 10^{-2}$	$7,50 \cdot 10^{-2}$
	Puerto	Habilitación	--	--
		Bodega	--	--
		Cámara de máquinas	--	--

De la lectura de los informes se concluye que se necesitó ayuda externa para los casos de accidentes en las cámaras de máquinas o los casos con la embarcación en puerto pero en la mayoría de los casos, tanto en incendios en habitación como en cámara de máquinas, éstos pudieron ser sofocados por la tripulación (excepto en casos de pérdida total). Son los casos sucedidos mar adentro principalmente.

La figura 11-24 contiene las probabilidades de incendios por año de construcción de la embarcación. Al estudiar estos accidentes y compararlos con la figura 11-4 no se puede concluir que el material del casco o el estándar de construcción sea o no relevante.

Figura 11-24. Incendio/explosión en embarcaciones menores de 12 m de eslora. Probabilidad por año de construcción.

3.5.1.1 Consecuencias

Teniendo en cuenta la categorización de incendios indicada en el capítulo 11 se pueden agrupar los incendios de los que se dispone datos suficientes de acuerdo a lo indicado en la tabla 11-16.

Tabla 11-16. Incendio /explosión en embarcaciones de menos de 12 m de eslora L. Consecuencias resumidas en término de probabilidades relativas por daños a la propiedad.

Tipo de evento/posición	Propiedad		
	Leve	Grave	Pérdida total
Explosión después de incendio			
Cámara de máquinas		$2,00 \cdot 10^{-4}$	$4,00 \cdot 10^{-5}$
Bodega		--	--
Habilitación		$1,20 \cdot 10^{-4}$	0
Fuego			
Cámara de máquinas	$4,00 \cdot 10^{-5}$	$2,40 \cdot 10^{-4}$	$1,60 \cdot 10^{-4}$
Bodega		--	--
Habilitación	$4,00 \cdot 10^{-5}$		
Explosión			
Cámara de máquinas		$4,00 \cdot 10^{-5}$	--
Bodega		--	--
Habilitación			$8,00 \cdot 10^{-5}$
TOTAL	$8,00 \cdot 10^{-5}$	$6,00 \cdot 10^{-4}$	$2,80 \cdot 10^{-4}$

En este caso no hay accidentes con resultado de fallecimientos lo cual hará difícil plantear opciones de control del riesgo en base a CAF.

Al contrario que en los otros modelos de accidentes, dada la particularidad que presenta el incendio se ha procedido a realizar un cálculo económico específico de daños en caso de explosión e incendio teniendo en cuenta lo indicado en el capítulo 10 y así la valoración económica es la siguiente:

Grave	997.699 €
Leve	44.406 €
Pérdida total	1.143.478€

Lo cual supone una pérdida total económica de 2.185.583 €.

El anexo contiene el modelo desarrollado.

3.5.2 Embarcaciones desde 12 m de eslora

El modelo de explosión se desarrolla teniendo como base 26 accidentes para embarcaciones desde 12 m, de un total de 39 accidentes registrados, para el que hay un total de 3 fallecidos y 11 pérdidas totales de la embarcación.

Al igual que en el caso anterior la mayor parte de los accidentes han sucedido en la cámara de máquinas y el resto en la habitación, bien en camarotes o en la cocina. En el caso de la muestra no se produjo ningún incendio en las bodegas o el parque de pesca.

La frecuencia del evento iniciador se ha supuesto del $0,6 \cdot 10^{-4}$. Durante la investigación en la base de datos se ha concluido que las causas principales son cuenta que las causas principales son las fugas de combustible o aceite (23%), explosiones en el cárter (4%), sobrecalentamiento de equipos (19 %), fallo de cableado eléctrico (15%) fallo de funcionamiento de cuadros eléctricos (8%), incendio en cocina (incluyendo explosión) (15%) e incendio en camarotes (15%). Las distintas causas se han tenido en cuenta en el árbol de decisión y se pueden considerar las siguientes probabilidades de causa (raíz).

Fuga de aceite	$1,385 \cdot 10^{-5}$
Explosión del cárter	$2,308 \cdot 10^{-6}$
Sobrecalentamiento	$1,154 \cdot 10^{-5}$
Fallo de cableado/Baterías	$9,231 \cdot 10^{-6}$
Malfuncionamiento del cuadro	$4,615 \cdot 10^{-6}$
Malfuncionamiento de cocinas	$9,231 \cdot 10^{-6}$
Incendio camarotes por diversas causas	$9,231 \cdot 10^{-6}$

Al igual que en el apartado anterior el modelo indica si el incendio se ha intentado suprimir o se ha suprimido por los medios de abord (entre el 75 y 71% de los casos) o ha sido necesaria la ayuda externa (entre el 25% y el 31% de los casos), con los resultados indicados en la tabla 11-17.

De la lectura de los informes se concluye que se necesitó más ayuda externa para los casos de accidentes en la habitación que para los de cámara de máquinas, lo cual obedece posiblemente a la mejor disposición de menos medios de extinción de incendios de máquinas o a que la embarcación se encontraba en puerto.

Por otro lado en la mayoría de los casos los incendios pudieron ser sofocados por la tripulación tanto para incendios en habitación y en cámara de máquinas (excepto en casos de pérdida total), que son los casos mar adentro principalmente. No obstante los incendios en cámara de máquinas son más peligrosos, posiblemente al ser un espacio confinado.

En relación a la fecha de construcción de las embarcaciones la figura 11-25, al compararla con la figura 11-8 no destaca ningún aspecto especial, salvo cierta incidencia en las embarcaciones construidas entre los años 2001 y 2007. No se ha podido aislar el material de construcción por lo que no se puede inferir nada al respecto.

Figura 11-25. Incendio/explosión en embarcaciones desde 12 m de eslora. Frecuencia por año de construcción.

Tabla 11-17. Embarcaciones de menos de 12 m de eslora. Probabilidades relativas de lucha contra incendios teniendo en cuenta el estado operacional y la posición del daño a la embarcación

			Con pesca en bodega	Sin pesca en bodega
Medios externos	Ría	Habilitación	--	--
		Bodega	--	--
		Cámara de máquinas	$3,780 \cdot 10^{-2}$	$3,921 \cdot 10^{-2}$
	Aguas costeras	Habilitación	$7,649 \cdot 10^{-2}$	--
		Bodega	--	--
		Cámara de máquinas	$3,780 \cdot 10^{-2}$	--
	Mar adentro	Habilitación	--	--
		Bodega	--	--
		Cámara de máquinas	$3,780 \cdot 10^{-2}$	$3,921 \cdot 10^{-2}$
	Puerto	Habilitación	--	--
		Bodega	--	--
		Cámara de máquinas	--	--
Medios de abordó	Ría	Habilitación	--	--
		Bodega	--	--
		Cámara de máquinas	--	--
	Aguas costeras	Habilitación	$7,689 \cdot 10^{-2}$	$1,543 \cdot 10^{-1}$
		Bodega	--	--
		Cámara de máquinas	$1,904 \cdot 10^{-1}$	$3,880 \cdot 10^{-2}$
	Mar adentro	Habilitación	--	$3,858 \cdot 10^{-2}$
		Bodega	--	--
		Cámara de máquinas	$1,904 \cdot 10^{-2}$	--
	Puerto	Habilitación	--	--
		Bodega	--	--
		Cámara de máquinas	$3,808 \cdot 10^{-2}$	--

3.5.2.1 Consecuencias

Se ha examinado toda la base de dato con respecto a las consecuencias teniendo en cuenta la seguridad y propiedad que da lugar a los valores que se indican en la tabla 11-18. Destacan los PLL en incendios en cámara de máquinas y la pérdida total en caso de explosión en habilitación.

De la tabla 11-18 se puede determinar que siendo 3 el número de muertos en los accidentes registrados, 2 coinciden con pérdida total y uno de ellos con un accidente grave.

En el modelo desarrollado a lo largo de la tesis sí se ha tenido en cuenta el daño a la embarcación desde el punto de vista económico. En general los incendios redundan en averías en el casco en el 27% (7) de los casos y averías en máquinas en el 46% (12) de los casos, suponiendo pérdida total en el 26% (7) casos. Con todo lo anterior la valoración de los incendios es la que figura en el anexo

Esto supone una pérdida económica de 8.239.603 €, de las cuales las pérdidas totales son de 6.855.363 €.

Tabla 11-18. Incendio /explosión en embarcaciones desde 12 m de eslora L. Consecuencias resumidas en términos de PLL y probabilidades relativas por daños a la propiedad.

Consecuencias resumidas en términos de PLL y frecuencias relativas por daños a la propiedad				
Tipo de evento/posición	Humano	Propiedad		
	PLL	Leve	Grave	Pérdida total
<u>Explosión después de incendio</u>				
<i>Cámara de máquinas</i>	$2,26 \cdot 10^{-5}$		$8,00 \cdot 10^{-5}$	$4,00 \cdot 10^{-5}$
<i>Bodega</i>				
<i>Habilitación</i>			$1,20 \cdot 10^{-5}$	
<u>Fuego</u>				
<i>Cámara de máquinas</i>	$4,52 \cdot 10^{-5}$	$4,00 \cdot 10^{-5}$	$1,60 \cdot 10^{-5}$	$2,40 \cdot 10^{-5}$
<i>Bodega</i>				
<i>Habilitación</i>		$4,00 \cdot 10^{-5}$		
<u>Explosión</u>				
<i>Cámara de máquinas</i>			$4,00 \cdot 10^{-5}$	
<i>Bodega</i>				
<i>Habilitación</i>				$8,00 \cdot 10^{-5}$
TOTAL	$6,79 \cdot 10^{-5}$	$8,00 \cdot 10^{-5}$	$4,00 \cdot 10^{-4}$	$3,60 \cdot 10^{-4}$

4. Comparación de costes entre datos históricos y los modelos.

Tal y como se ha ido indicando no ha sido posible incluir todos los accidentes registrados en la base de datos histórica en los modelos. A continuación se van a comparar ambas bases de datos para poder validar los modelos en lo relativo a costes y a fallecimientos y conocer sus diferencias con respecto a los datos históricos.

4.1. Comparación de costes

Teniendo en cuenta las estimaciones realizadas en el capítulo 10 y los datos obtenidos se pueden comparar los costes históricos obtenidos en ese capítulo con los modelos. Así se obtiene la tabla 11-19 para las embarcaciones menores de 12 m de eslora y la tabla 11-20 para las embarcaciones desde 12 m de eslora.

En las tablas se observan diferencias en el número de accidentes y el coste, en particular para la colisión, con una diferencia del 7%, la vía de agua con un -8% y la escora con una diferencia del 25%, en embarcaciones de menos de 12 m de eslora (al comparar la diferencia entre el número de accidentes [%] y la diferencia en las pérdidas económicas [%]) y la colisión, la varada/vía de agua y explosión/incendio en las embarcaciones desde 12 m de eslora.

Tabla 11-19. Comparación de base de datos y modelo en número de accidentes, fallecimientos y pérdidas económicas para embarcaciones de menos de 12 m de eslora

L < 12 m									
	Base de datos histórica		Modelo				Pérdidas económicas		
	No. de accidentes	Fallecimientos	No. de accidentes	Fallecimientos	Diferencia No. accidentes (%)	Diferencia Fallecimientos (%)	Base de datos	Modelo	Diferencia absoluta Pérdidas económicas (%)
Hundimiento	136	16	91	14	33,1%	12,5%	13.749.973 €	8.858.390 €	35,6
Colisión	77	5	46	0	40,3%	100,0%	6.430.144 €	4.286.763 €	33,3
Varada/Vía de agua	167	10	139	9	16,8%	10,0%	7.880.593 €	5.935.353 €	24,7
Escora	52	27	25	24	51,9%	11,1%	2.941.598 €	2.189.755 €	25,6
Incendio	32	0	24	0	25,0%	---	2.815.146 €	2.185.583 €	22,4

Tabla 11-20. Comparación de base de datos y modelo en número de accidentes, fallecimientos y pérdidas económicas para embarcaciones desde 12 m de eslora

12 ≤ L < 24 m									
	Base de datos histórica		Modelo				Pérdidas económicas		
	No. de accidentes	Fallecimientos	No. de accidentes	Fallecimientos	Diferencia No. accidentes (%)	Diferencia Fallecimientos (%)	Base de datos	Modelo	Diferencia Pérdidas económicas (%)
Hundimiento	50	18	40	18	20,0%	0,0%	30.744.122 €	27.949.202 €	9,1
Colisión	98	0	68	0	30,6%	0,0%	15.181.746 €	14.338.316 €	5,6
Varada/Vía de agua	115	0	65	0	43,5%	0,0%	7.879.392 €	3.380.070 €	57,1
Escora	---	--	---	---	---	---	---	---	
Incendio	39	3	26	3	33,3%	0,0%	13.749.973 €	8.293.603 €	39,7

A la hora de tener en cuenta la fiabilidad del modelo se han de considerar de manera combinada las diferencias en número de accidentes además de la diferencia en pérdidas económicas. En este sentido para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora hay un 30% menos de accidentes y una diferencia en costes del 30%, por lo que se considera que el conjunto de modelos están equilibrados con los datos históricos, pero no por tipos de sucesos. Por otro lado para las embarcaciones desde 12 m el modelo tiene un 34% menos de accidentes y un 20,1% de diferencia en costes (el modelo de varada y vía de agua y el de incendio penalizan mucho). En este sentido el conjunto de los modelos para las embarcaciones desde 12 m no están equilibrados si bien los fallecimientos están más ajustados que para las embarcaciones de menos de 12 m, al disponer de más información.

Teniendo esto en cuenta se puede considerar una diferencia prácticamente nula para los costes en embarcaciones de menos de 12 m y de un 15% para las embarcaciones desde 12 m. Esto indica que puede haber un potencial problema en uso del NCAF tanto para el nivel de seguridad como para el FSA que se llevará a cabo posteriormente en las embarcaciones desde 12 m de eslora.

4.2. Comparación de fallecimientos entre datos históricos y los modelos

En relación a los fallecimientos en las tablas se observa que el número de fallecimientos es similar para las embarcaciones desde 12 m mientras que en las embarcaciones de menos de 12 m existe una diferencia del 10%. Para estas últimas hay una diferencia del 100% para el modelo de colisión, mientras que los demás ofrecen cifras similares.

Dado que en el capítulo 9 se han expresado el riesgo colectivo por medio de curvas FN de acuerdo con los datos históricos se ha procedido a comparar estos con el diagrama FN resultante de los modelos y por ello se han reflejado las frecuencias de los modelos en los datos históricos.

Tal y como se puede observar las curvas de las figuras 11-26 y 11-27 tanto para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora como para las mayores se produce un desvío hacia arriba correspondiente a probabilidades más altas, debido a que los modelos recogen bien los fallecimientos, pero al tener menos accidentes incorporados, incrementan las primeras. Esto concuerda con lo que se indicó en el capítulo 6 que indicaba un exceso de riesgo en las curvas FN frente a la realidad.

Teniendo en cuenta el planteamiento de la tesis con el coste de evitar un fallecimiento (CAF) los modelos permitirán estimar la reducción del riesgo en término de reducción de fallecimientos con un error de un 14% para las embarcaciones de menos de 12 m y 13,6% para las embarcaciones desde 12 m en cuanto al CAF.

Figura 11-26. Embarcaciones de menos de 12 m de eslora. Comparación curvas FN base de datos histórica con modelo (modelo línea azul, base de datos histórica línea marrón)

Figura 11-27. Embarcaciones desde 12 m de eslora. Comparación curvas FN base de datos histórica con modelo (modelo línea azul, base de datos histórica línea marrón)

6. Conclusiones

En relación con cada uno de los tipos de siniestros se debe destacar lo siguiente:

- El hundimiento supone el 28% ($L < 12$ m) y 20,1 % ($L > 12$ m) de todos los accidentes utilizados en los modelos. Este tipo de accidente sucede principalmente mar adentro y aguas costeras de acuerdo a la base de datos del modelo y es muy raro que haya accidentes mortales en rías o puertos. Es el principal contribuyente al riesgo y a los fallecimientos (junto con la escora para $L < 12$ m). Es interesante comprobar la influencia de las condiciones de carga en el accidente en particular para las embarcaciones menores, lo cual indica estiba en cubierta y posiblemente fatiga de las tripulaciones al retornar. Por tanto uno de los eventos iniciadores básicos de estos accidentes son el error de carga, lo cual supone un desplazamiento de las misma o una vía de agua (ingreso de agua), lo cual supone un defecto de estabilidad que da lugar a la zozobra de la embarcación y el desconocimiento de la estabilidad por parte de los patronos. Es también interesante cómo las probabilidades son altas en las embarcaciones construidas en los años 80. Uno de los problemas que se plantean en la tesis es que los siniestros de hundimiento tienen menos información asociada que el resto.
- Las colisiones suponen el 14,1% ($L < 12$ m) y 34,1 % ($L > 12$ m) de todos los accidentes. Este tipo de accidente sucede principalmente mar adentro y aguas costeras de acuerdo a la base de datos. Se ha supuesto que recibe el impacto en el 45% de los casos e impacta en el 55%. Se observa que hay una relación directa entre los fallecimientos y la pérdida total de la embarcación. El modelo de alto nivel se basa en el estudio de accidentes con condiciones operacionales y la extensión del daño. Las probabilidades se basan en la investigación de los accidentes con respecto a las consecuencias del mismo, el estado operacional y la extensión del daño.

- Las varadas combinadas con vías de agua (distintas de las colisiones y de los embarques de agua que dan lugar a hundimiento) representan el 42% ($L < 12$ m) y el 32% ($L > 12$ m) de los accidentes utilizados para los modelos. Curiosamente el número de fallecidos para las embarcaciones de más de 12 m de eslora es cero, mientras que para las embarcaciones de menos de 12 es alto (9 en el modelo), lo cual revela que una vía de agua en una embarcación menor es muy peligrosa. La mayor parte de los accidentes suceden en rías y aguas costeras. Los accidentes por varada son generalmente leves cuando el fondo es arenoso y graves o de pérdida total cuando sucede contra una roca. Si se dan en mar abierto la frecuencia de que se produzca la pérdida total es alta. En general el fallo humano es la causa de los accidentes en un porcentaje alto (47%) si bien también influyen los fallos en la maquinaria (31%) y el mal tiempo (18%). En lo relativo a la pérdida de vidas destaca en particular los accidentes en mar abierto y aguas costeras asociados a la pérdida total de la embarcación.
- El incendio y la explosión representan el 7,6% ($L < 12$ m) y el 13,06% ($L > 12$ m) de los accidentes sucedidos. La mayoría de los incidentes han sucedido en cámara de máquinas y en habitación en las embarcaciones de más de 12 m de eslora en aguas costeras y mar adentro mientras que para el resto han sucedido en rías y aguas costeras. Las probabilidades mayores corresponden a sobrecalentamiento de los equipos y fallo del cableado en embarcaciones menores de 12 m de eslora. Para el caso de las embarcaciones de más de 12 m se debe al malfuncionamiento de las cocinas, incendios en camarotes, sobrecalentamiento de equipos y fugas de combustible. Para este caso en particular se puede observar que en el caso de embarcaciones menores de 12 m de eslora no hay fallecimientos pero sí para las embarcaciones mayores (3 fallecimientos). El número de accidentes incorporados en los modelos es limitado.
- El caso de la escora se ha considerado especialmente para las embarcaciones menores de 12 m de eslora. Representa el 7,6% de los accidentes considerados en los modelos. El modelo de escora es interesante para las embarcaciones menores dado su alto índice de siniestralidad (y su alto PLL en la base de datos histórica). En la base de datos de accidentes la escora tiene particular siniestralidad en las embarcaciones de menos de 7,5 m de eslora. Además se recuerda que es uno de los accidentes que ha aumentado su frecuencia desde 2008 con respecto a la etapa anterior. Para este tipo de accidentes son dos las causas esenciales: el embarque de agua y el desplazamiento de la carga. La caída del hombre al agua es la consecuencia principal de los accidentes. Para el caso estudiado (de embarcaciones $L < 12$ m) destaca que no existe prácticamente la pérdida total de las embarcaciones y que los accidentes suceden en una gran parte en aguas costeras, donde existe una influencia meteorológica importante. Destaca el número de accidentes en condición de pescando y con la bodega vacía en aguas costeras.
- En relación con el ajuste de los modelos con los cálculos históricos en términos de costes de los accidentes el error calculado es del 15% para las embarcaciones desde 12 m y se ajusta bien para las embarcaciones menores de 12 m. Una vez que el modelo progrese añadiendo más accidentes estos mejorarán.

Los modelos desarrollados proporcionan información relevante para el desarrollo de las opciones de control del riesgo. Se ha de tener en cuenta que los modelos serán más efectivos en cuanto al GCAF que al NCAF por las diferencias en costes, en particular en las embarcaciones desde 12 m de eslora, para las que existe una mayor discrepancia. Esto será relevante en el uso del NCAF y el nivel de seguridad en base a NCAF por lo que se deberá obrar con la debida prudencia ante las discrepancias que arrastran los modelos frente a la base de datos histórica.

Sin embargo el ajuste de los modelos en relación a los fallecimientos es contrario a los costes. Las curvas se ajustan bien al comparar los datos históricos con los modelos en las embarcaciones desde 12 m (hay más información sobre accidentes en los que ha habido fallecimientos). No obstante, los

fallecimientos presentan una discrepancia del 10% en las embarcaciones menores de 12 m de eslora L. Con ello las curvas F-N se ajustan bien, por lo que los modelos son válidos. Esto indica también que en los modelos se debe obrar con la debida prudencia y que es preferible considerar los datos históricos en el cálculo del nivel de seguridad.

Teniendo en cuenta las discrepancias el análisis coste beneficio presentaría una desviación inicial del 15% por lo que se deberá obrar con prudencia en el uso del parámetro NCAF. En relación a los fallecimientos los modelos de embarcaciones mayores de 12 m reflejan bien la realidad frente a los modelos de menos de 12 m en los que no se han podido considerar algunos fallecimientos debido a la falta de información, no obstante aunque no aparezcan estos se neutraliza con el buen ajuste económico y un número más proporcionado, aunque menor, de siniestros.

A la vista de los accidentes comparados con las fechas de construcción de las embarcaciones parece indicarse que los errores que subyacen como causa raíz de los accidentes son achacables al factor humano, si bien parece que las frecuencias se han reducido considerablemente desde el año 2004.

1.-Modelo de hundimiento para embarcaciones de menos de 12 m L

1.-Modelo de hundimiento para embarcaciones de menos de 12 m L

[illegible]

2. Modelo de hundimiento para embarcaciones desde 12 m L

[illegible]

3.Modelo colisión embarcaciones de menos de 12 m de eslora

[illegible]

4. Modelo colisión embarcaciones desde 12 m de eslora L

[illegible]

[illegible]

[illegible]

7. Modelo de varada/vía de agua embarcaciones desde 12 m de eslora

[illegible]

8. Modelo de explosión e incendios, embarcaciones de menos de 12 m de eslora

9.-Modelo de explosión/incendio, embarcaciones desde 12 m de eslora

12. COSTE DE EVITAR UN FALLECIMIENTO. DETERMINACION DE LOS COSTES NETO Y BRUTO. CONSTRUYENDO LA ETAPA 3 DEL FSA

Objetivo

Determinar el valor que la sociedad en España está dispuesta a pagar para evitar un fallecimiento. Este valor podrá ser utilizado posteriormente tanto en la estimación del nivel de seguridad como en el coste para evitar un fallecimiento de un Análisis Coste beneficio del FSA. También se intentará establecer una función de utilidad que permita comparar siniestros entre sí sin importar el tamaño de la embarcación, al objeto de identificar las embarcaciones que necesitan una mayor atención por parte de la Administración o la elaboración de estudios más detallados tales como modelos de bajo nivel.

1. Introducción

En análisis de riesgos la aproximación ideal para el coste beneficio en el actividades en las que intervienen personas con riesgo de fallecimiento es descrito comúnmente como el “valor de una vida” [25]. Este concepto no es sencillo de entender, por lo que se suele hablar del “valor para evitar un fallecimiento” (VPF), que permite centrarse en una reducción del riesgo en vidas más allá de las vidas que se pueden perder [94].

Con ello el tradicional análisis coste-beneficio [3] no se reducirá a unidades monetarias (en €), como sucede cuando los beneficios se asimilan directamente a una reducción de la frecuencia de un accidente después de implantar una medida, sino que introducirán los fallecimientos que es lo que se persigue en la tesis. Este análisis simplemente monetario no es el óptimo en un colectivo de los pescadores de embarcaciones de menos de 24 m de eslora ya que el fin último es el de reducir las probabilidades de fallecimientos.

Es importante aclarar que en un FSA no se valora la vida de una persona, sino que es imprescindible considerar la reducción permanente del riesgo en términos de reducción de los fallecimientos. Esto es importante, ya que es más razonable asignar un valor cuando se producen cambios en los riesgos de tipo estadístico que en vidas individuales, por lo que no procede hablar del valor de una vida.

Tal como se explicó en el capítulo 6 uno de los parámetros más importantes a la hora de poder establecer medidas de control del riesgo es el coste neto y bruto de evitar una muerte (NCAF y GCAF) que se vinculan al VPF, que se va a discutir frente a otros parámetros y también a calcular.

2. Coste de evitar un fallecimiento

El “valor para evitar un fallecimiento” (VPF) se puede estimar por distintas técnicas basadas en criterios de: futuros beneficios económicos brutos o netos, voluntad para pagar (medidos en personas), u otros basados en la calidad de vida [94] que refleja el producto interior bruto o la esperanza de vida.

De manera parecida al VPF el coste de evitar un fallecimiento (CAF) es el coste de una medida dividido por el número de fallecimientos que se han evitado. Es un VPF basado en calidad de vida y es una propiedad (una característica) de una medida de reducción del riesgo. De este modo la medida de control de riesgo aceptada tendrá un CAF menor que el VPF, dado que el valor suele ser mayor que el coste.

En el ámbito marítimo las dos variantes del CAF, el NCAF y el GCAF son únicas si se comparan con otros medios de transporte [25]. La necesidad de plantearse con dos parámetros, el neto y el bruto, obedece a que es interesante evaluar la sensibilidad de los beneficios económicos de un accidente, con o sin fallecimiento. Los dos criterios por separado permiten marcar las diferencias aunque muchas veces parece que es redundante, siendo el NCAF menor que el GCAF. No obstante a lo anterior a veces los beneficios reportados pueden ser tan elevados que afectan a los valores NCAF de manera distinta, pudiendo alterar el orden de preferencias. Por otro lado el GCAF es sencillo de calcular, mientras que el NCAF a veces se hace negativo, lo cual no tiene una clara explicación, dando lugar a una distinción confusa.

3. Parámetros OMI frente a parámetros nacionales o de otros medios de transporte

Antes de poder trabajar sobre el VPF, a la hora de trabajar en esta tesis, se han intentado encontrar datos españoles relativos a siniestralidad en otros medios de transporte que pudieran ser comparables, pero no ha sido posible. En la bibliografía consultada [94], [95], [96] se han encontrado diversos datos, principalmente de países del entorno. La conclusión a la que se llega es que cada aplicación difiere en los criterios utilizados, los principios para su desarrollo y los valores específicos.

En España el dato más cercano al VPF del que se dispone es el valor de una vida estadística (VSL) en carretera, que en 2002 era de 150.253 € [97]. Este valor comparado con otros países de la OCDE era de los valores más bajos, como se puede ver en la figura 12-1.

Figura 12-1. Valores VSL países desarrollados [97].

El valor VSL es el que se está dispuesto a pagar por la población española (por todo el conjunto) para reducir una muerte por accidentados en carretera, pero difiere del VPF. Para poder transformar el valor de VSL en VPF se requiere la aplicación de distintas técnicas, como estimar el beneficio económico que se pierde cuando muere un trabajador o, mejor, la estimación de lo que la sociedad estaría realmente dispuesta a pagar para evitar una muerte estadística (mediante encuestas de situación). Otras opciones pasan por estudiar las variaciones en los sueldos para los trabajos más penosos o basarse en las preferencias de los reguladores. Este trabajo quedaría pendiente para el futuro.

Otras industrias, sin embargo, tratan de calcular el criterio de coste beneficio por medio del parámetro NPV (net present value) [98] en lugar del CAF, siendo el NPV la diferencia entre beneficios y costes. Un valor negativo del NPV indica que los costes exceden los beneficios, lo cual es fácil de entender. Sin embargo, tal y como se indicaba en la introducción, el uso del NPV no es deseable en el estudio de

medidas de seguridad, dado que la variación de los fallecimientos no está incluido en la fórmula y necesita ser descontada de los costes futuros y los beneficios por un periodo finito.

En el caso de la tesis el NPV también es interesante para los siniestros sin fallecimientos. Para estos casos es normal que el NPV tenga valor positivo, lo cual es más racional que un NCAF negativo, lo cual sería el caso para los accidentes por colisión, varada o vía de agua en embarcaciones desde 12 m de eslora.

Esta tesis no establecerá las medidas de control del riesgo en base al NPV, si bien en un estudio posterior se podría trabajar en los accidentes en su totalidad, sin tener en cuenta los fallecimientos, como por ejemplo en el fallo estructural, para comprobar el beneficio de las medidas implantadas. Por tanto, ante la provisión de la OMI, el uso del FSA y la dificultad de adaptar el NPV en la tesis se considerará el VPF como la mejor aproximación, basada en la “calidad de nivel de vida”, considerando indicadores sociales de esperanza de vida y producto interior bruto, que es el enfoque que se usa en las guías de FSA. Para ello es necesario armonizar el VPF con las directrices de FSA de la OMI, para así usar un CAF correcto. La OMI desde el año 2013 incluye un VPF de 3 millones de dólares basado en una aproximación cualitativa, que utiliza datos de 1998, si bien los últimos FSA han introducido 4 millones de dólares (para tripulación considerada a nivel global) y 8 millones de dólares para pasajeros [3].

Estos valores derivan de indicadores sociales [98] pero no son estáticos y se han de definir específicamente para el FSA a realizar, de manera que se deben actualizar periódicamente de acuerdo a una media del ratio de retorno libre de riesgos o basándose en la fórmula del índice de calidad de vida (LQI).

$$LQI = g \times \frac{e}{4} \times \frac{(1 - w)}{w}$$

donde,

g es el producto interior bruto por habitante

e es la esperanza de vida o esperanza de vida saludable (denominada HALE)

w es la porción de vida que se invierte en la producción económica

Para poder calcular el valor del VPF español se tendrá en cuenta que la evolución del PIB por habitante es el que se indica en la figura 12-2.

Figura 12-2. PIB (€) por habitante en España para el periodo 2000 a 2013.

En el caso español, utilizando estadísticas del banco mundial y de la OCDE los valores de esperanza de vida y esperanza de vida saludable son de 81,3 años y de 74 años respectivamente con una porción de vida utilizada en la actividad económica de 0,085.

Adicionalmente se tendrá en cuenta el cambio de divisa, para poder comparar con los valores de la OMI y determinar el valor para la tesis en € teniendo en cuenta los valores estándar de la OMI que son 4 y 8 millones de dólares en la actualidad. Las figura 12-3 muestra el tipo de cambio €/US\$ desde el periodo 2000 a 2013 y la figura 12-4 el cambio simplificado que se va a usar en la tesis.

Figura 12-3 Evolución cambio de divisa [99]

Figura 12-4 Evolución cambio de divisa Euro /dólar americano.

Esto permite establecer el parámetro NCAF y GCAF en € y extrapolar al análisis de coste o al FSA que se llevará a cabo más adelante, obteniéndose los valores indicados en la figura 12-5.

Figura 12-5. Valores obtenidos VPF y VPF HALE españoles en dólares y en €, comparados con los valores estándar

Esta última figura muestra cómo el valor estándar de la OMI de 4 millones de US\$, que marcaría el valor por abajo, ha va evolucionando con el tipo de cambio, situado en el entorno de 3 millones de €. El valor medio que se obtiene para el periodo 2000 a 2013 es de 3,01 millones de US\$. Curiosamente todas las curvas se cruzan en el entorno del año 2002, cuando las guías de FSA se aprobaron por circular MSC.1/Circ. 1023 y MEPC/Circ. 392, aunque en esa fecha estas no contaban con un valor estándar. En ese momento se puede considerar que el valor de 4 millones de dólares sería perfectamente aceptable para el sector marítimo internacional y para España.

Por el contrario, el valor más alto de 8 millones de dólares no se considerará para España, sino que el VPF debe ajustarse más al LQI español. Esto supone un VPF en dólares que oscila entre los 3,2 y 7,8 millones de US\$ teniendo en cuenta la variación del PIB y el cambio de la divisa. Los valores obtenidos son similares a otros países que consideren porcentajes de sueldos o módulos de elasticidad de esperanza de vida respecto de los ingresos [100].

A efectos de comparación se incluyen los valores VPF de otros países de la OCDE en la figura 11-6, en el que las columnas **azules** corresponden al método que se indica en el documento MSC 72/16 de la OMI, con los datos de 2012 [101], [102]. Por otro lado, si se asume que la pérdida de una vida corresponde al HALE/2 en lugar que al $e/2$ se obtienen la columnas **rojas**. Si se asume que ir y volver del trabajo tampoco es parte del disfrute de la vida considerando $e/2$ y un incremento de w (por cada ocho horas de trabajo hay una hora de desplazamiento) se obtienen la columnas **verdes**.

Figura 12-6: VPF países de la OCDE (95).

A efectos indicativos los valores medios de la OCDE son 7,02, 6,34 y 5,94 millones de US\$ respectivamente, y que para España se sitúan en el entorno de los 7 millones de US\$. Teniendo esto en cuenta y dado que es mejor optar por una aproximación conservadora se va a considerar el VPF (HALE) como valor de referencia, que ha oscilado entre los 2,9 y 7,11 millones de US\$ con un valor medio de 4,50 millones de €.

Con ello el valor VPF que se considerará en la tesis es de $3,01 \cdot 10^6$ hasta $4,50 \cdot 10^6$ millones de €. Este parámetro se va a utilizar para el estudio FSA posterior, que evaluará el nivel de seguridad y el que se utilizará para cuantificarlo. Estos valores altos y bajos se utilizarán también en análisis de sensibilidad del FSA. El valor más bajo, al ser el estándar de la OMI, tiene el potencial de poder asimilar el estudio del FSA y del nivel de seguridad al ámbito internacional.

4. Análisis mediante funciones de utilidad y otros parámetros

Finalmente, una vez estimados los costes de los accidentes para la base de datos histórica y calculado el VPF, se va a proceder a llevar a cabo un análisis sencillo mediante funciones de utilidad, para hacer una comparación de accidentes.

Esta metodología [25] permitiría la comparación entre accidentes cuantificando por medio de pesos. Así esta técnica permite trabajar en costes teniendo como referencia un accidente y determinar si otro tendría un coste relativo mayor o menor, es decir permite comparar accidentes muy distintos entre sí.

En este sentido las funciones de utilidad incluyen los fallecidos, y para poder establecer una ecuación se deben asignar pesos a las consecuencias y posteriormente establecer funciones de utilidad, que multipliquen a los pesos. Lejos de la exactitud de las cifras este método permitiría establecer prioridades.

4.1. Asignación de pesos a cada una de las consecuencias

La importancia relativa de los parámetros de consecuencia no es siempre intuitiva. Por ello se puede aplicar algún método sencillo para poder dar pesos a esos parámetros. Una manera aproximada de estimarlos es por medio de cuestionarios, que remitidos por correo electrónico asignarían una matriz de comparación de pares consecuencias de un siniestro tal y como figura en la tabla 12-1, en la que se indica qué gana y con qué puntuación (de 1, “poca diferencia” a 6 “muchacha diferencia”). Claramente tanto la pérdida total como la pérdida de vidas humanas son las consecuencias que tienen mayor peso.

Tabla 12-1. Análisis de pares comparados.

		Averías en el casco	Averías en máquinas	Hombre al agua	Pérdida total	Pérdida de vidas humanas	Puntuación	Peso
A	Averías en el casco	---	A, 3	C,1	D,4	E, 6	3	0,067
B	Averías en máquinas	--	---	B,3	D,4	E, 6	3	0,067
C	Hombre al agua	---	---	---	D,5	E,6	1	0,025
D	Pérdida total	---	---	---	---	E,2	13	0,35
E	Pérdida de vidas humanas	---	---	---	---	---	20	0,50

4.2. Funciones de utilidad. Establecimiento de una función de utilidad para los accidentes de las embarcaciones de pesca

El siguiente paso es determinar una función de utilidad para cada uno de las cinco consecuencias que se denominará “utilidad”. Esta función describe una preferencia y gráficamente indica cómo la percepción de utilidad cambia con las distintas consecuencias. Se expresa en valores de 0 a 1. Cuanto más próxima sea a 1 más aceptable será la consecuencia para un accidente y cuanto más próxima sea a 0 será más inaceptable. Para ello se tiene que tener en cuenta la economía de los pescadores y los costes calculados en el tema anterior. La utilidad denotaría además el riesgo percibido.

Para las funciones de utilidad se va a tener en cuenta en esencia una embarcación tipo menor de 7,5 m de eslora, una embarcación tipo entre 7,5 m y 15 m de eslora y una embarcación tipo entre 15 y 24 de eslora en línea con los costes calculados en el capítulo 10 y cuya distribución se ha incluido en los modelos. Con ello:

- La avería al casco supone entre 5 y 18 días de parada de la embarcación para una embarcación entre 7,5 m y 15 m, mientras que se puede considerar entre 5 y 11 días para una embarcación menor de 7,5. Para las embarcaciones de 15 a 24 m se considerará de 18 días.
- Para 5 días o menos la utilidad es 1 mientras que para 11 días la utilidad es cero para embarcaciones menores de 7,5 m. En el caso de embarcaciones entre 7,5 y 15 m o 15 a 24 m la utilidad es 0 para las averías de más de 18 o 23 días de duración respectivamente. Lo mismo aplicaría a una avería en máquinas.
- En relación con los costes para una embarcación entre 7,5 m y 15 m una avería de menos de 2.000 € mantiene una utilidad de 1 mientras que una avería de 3.300 € tiene una utilidad de 0. En embarcaciones entre 7,5 m y 15 m la utilidad 0 se produciría con una avería de 3.700 € y en embarcaciones entre 15 y 24 m de eslora la utilidad 0 se produciría para una avería de 25.000 €.
- En relación con las muertes se va a considerar una embarcación también entre 7,5 y 15 metros de eslora. Una muerte hace bajar la utilidad hasta 0 para una embarcación de menos de 7,5 m, de 0,5 a 1 en una embarcación entre 7,5 y 15 m y 2 fallecimientos hacen bajar la utilidad hasta 0 en una embarcación entre 7,5 m y 15 m. En las embarcaciones de 15 a 24 m 5 muertes (todos

los tripulantes embarcados en una embarcación de hasta 24 metros de eslora) hacen bajar la utilidad hasta 0.

Figura 12-7. Funciones de utilidad para embarcaciones menores de 24 m de eslora

Todo lo anterior aparece esquemáticamente indicado en la figura 12-7.

Con lo anterior se puede realizar un análisis preliminar de costes que tendría en cuenta los pesos y las funciones de utilidad tal y como se indica en la tabla 12-2.

Tabla 12-2. Establecimiento de las funciones de utilidad con utilidad total.

Criterio	Prioridad	Utilidad (0-1)	Peso	
Averías en el casco	0,067	F(días de pérdida de marea, daños a la embarcación)	$0,0625 \cdot F$	
Averías en máquinas	0,067	G(perdida de días de marea, daños a la embarcación)	$0,0625 \cdot G$	
Hombre al agua	0,025	H(lesiones)	$0,025 \cdot H$	
Pérdida total	0,35	I(valor de la embarcación; días de perdida de marea por tripulante)	$0,35 \cdot I$	
Pérdida de vidas humanas	0,50	J(número de vidas en función del tamaño de la embarcación)	$0,50 \cdot J$	
Total			$K=0,0625 \cdot (F+G)+0,025 \cdot H+0,35 \cdot I+0,5 \cdot J$	Coste económico /K

Los pesos actúan dividiendo el coste total del accidente permitiendo comparar el ratio de costes de dos casos distintos de accidentes. Para el caso de la pérdida de vidas humanas se va a utilizar el valor de $4,50 \cdot 10^6$ € y, para las pérdidas de embarcación se tendrán en cuenta las pérdidas totales de la base de datos de accidentes, asignando el valor de la embarcación derivado de los certificados de valoración y devaluados.

Los pesos relativos designados con las funciones de utilidad darían, a los efectos de la tesis, la base para estimar los ratios de coste beneficio para los diferentes conceptos. Así pues teniendo en cuenta las funciones de utilidad, en las que las prioridades son evitar la pérdida de vidas humanas y la pérdida total haría que las embarcaciones pequeñas adquieran una importancia muy alta.

En las embarcaciones por debajo de 15 m de eslora el problema esencial es la pérdida de vidas en hundimiento y escora, antes que el fallo de máquinas, casco e incluso la pérdida de la embarcación. En las embarcaciones mayores de 15 la colisión y la varada son relevantes, pero estos dos tipos de sucesos van acompañados de una frecuencia baja de fallecimientos.

Es por ello por lo que en el CBA de medidas para estas embarcaciones deben dirigirse especialmente a la pérdida de vidas humanas.

4.3. Cálculo de costes mediante funciones de utilidad

Si se calculan los costes teniendo en cuenta la función de utilidad se llega a los valores de la figura 12-8, en la que se ve cómo se disparan los valores para las embarcaciones de menos de 7,5 m de eslora frente al resto, previsiblemente por el peso de los fallecimientos, en particular para la escora y el hundimiento. Esto permite comparar el impacto de los accidentes de estas embarcaciones en el total. También destaca la falta de información en siniestros como denota la columna “otros”, lo cual indica que se debe mejorar.

Figura 12-8. Costes con funciones de utilidad y pesos para distintos tipos de siniestros por esloras.

Con las estimaciones que se han realizado las funciones de utilidad con sus pesos permiten comparar bien los rangos de esloras. Las averías en el casco y en las máquinas tienen menos peso y ello redundaría en que las colisiones o incendios/explosión o vías de agua cobren menos importancia ya que no van siempre asociadas a la pérdida total de la embarcación, que tiene un peso importante junto a la pérdida de vidas humanas.

Las diferencias entre los datos obtenidos aquí frente a los costes obtenidos en el capítulo anterior indican diferencias notables en los casos de hundimiento y escora. En el primero por la pérdida total de la embarcación y la pérdida de vidas. En el segundo por la pérdida de vidas y la recuperación de las embarcaciones en casi todos los casos, pero con unos costes más elevados al incorporar los fallecimientos. Adicionalmente se puede comprobar que la vía de agua da lugar a pocas pérdidas de vidas humanas. Se puede también comprobar el bajo peso específico de las varadas y vías de agua. Finalmente en el caso de incendio /explosión se puede comprobar el efecto inverso, esto es, los daños (al pesar menos en la función de utilidad) suponen menores costes que los reales. En este sentido se debería considerar que las medidas encaminadas a prevenir los accidentes en embarcaciones menores de 7,5 m de eslora serían las más exitosas en términos relativos.

5. Conclusiones

En este capítulo se confirma que el análisis coste beneficio incorporando reducción de fallecimientos es el método adecuado. Se ha confirmado la necesidad del uso del VPF frente a otros valores, como el VSL o el NPV, en las embarcaciones de pesca teniendo en cuenta que lo que se pretende con las medidas de control del riesgo es reducir las probabilidades de fallecimientos.

Comparando con otros medios de transporte, los países de la OCDE y con el índice de calidad de vida (LQI) se ha procedido a calcular el valor VPF a utilizar a lo largo de la tesis para poder determinar el nivel de seguridad y para su uso en FSA posteriores. Se ha estimado que se pueden utilizar dos valores: uno teniendo en cuenta que el valor promedio del VPF (HALE), que se ha mantenido en el entorno desde el año 2002, conservador y de 4,50 millones de €, y otro, teniendo también en cuenta el valor estándar de 4 millones US\$ utilizado por la OMI, que supone 3,01 millones €.

En relación con las causas efectos y consecuencias se ha procedido a la extracción de conocimiento por medio de funciones de utilidad para poder determinar en qué embarcaciones se producen los costes relativos más altos y comparables entre sí. Esto determina claramente que en términos relativos el impacto mayor se da en escoras y hundimientos de embarcaciones menores de 7,5 m de eslora.

13. NIVEL DE SEGURIDAD DE LA FLOTA PESQUERA NACIONAL

Objetivo

El objetivo de este capítulo es determinar el nivel de seguridad de la flota pesquera nacional por criterios de costes teniendo en cuenta la variación en los accidentes en el periodo 2008-2013 frente al periodo 2000-2007. La metodología a aplicar será por medio del cálculo del coste de las medidas implantadas en el periodo y los beneficios obtenidos durante esos años, teniendo como referencia en VPF calculado en el capítulo anterior. En este capítulo se calibrarán los modelos desarrollados en el capítulo 11.

1. Introducción

De acuerdo a las definiciones en las guías FSA una opción de control del riesgo es efectiva en costes si el beneficio colectivo es mayor que los costes de la medida. Así en un análisis FSA se plantean una serie de medidas de control del riesgo y para cada una de ellas se calculan los costes y los beneficios, se calcula el beneficio colectivo y aquél que es inferior a un valor límite (el VPF a los efectos de la tesis) merece ser considerado de manera positiva.

Dado que no se conocen de manera exacta los beneficios y la disminución del riesgo que pueden suponer esas medidas es necesario considerarlas con un análisis de sensibilidad que plantee distintos escenarios de reducción del número de fallecimientos y otros, para así poder obtener una evaluación económica de las medidas por medio de los CAF.

Tal como se indicaba también en el capítulo 6.6 (metodología) el FSA permite trabajar sobre un nivel de seguridad (en principio teórico) que tenga en cuenta el análisis de riesgos de la etapa 2. En el capítulo 6.7 (determinación del nivel de seguridad) se indicó que dentro del enfoque del nivel de seguridad se puede trabajar sobre la curva FN o sobre criterios de costes [103]. También se discutió que sería posible establecer un nivel de seguridad como un factor que indica el porcentaje de uso del NCAF o GCAF frontera para ayudar a decidir sobre las medidas a implantar, como se puede ver en la figura 13-1, que también figuraba en el capítulo 6. Este valor se denominó f . En el caso de que el número de accidentes fuese muy alto se podrían implantar medidas con CAF mayores que el VPF, es decir aumentando f por encima de la unidad, mientras que si los accidentes son escasos se podrían implantar medidas con CAF menores que el VPF.

A la hora de determinar el nivel de seguridad es importante aclarar que, como se vio en el capítulo 12, el VPF da unos valores fijos determinados por estadísticas y por tanto el nivel de seguridad no se asociaría al VPF (es decir el VPF es fijo), sino a una variación en los valores NCAF y GCAF tal y como se decidan. En este sentido este capítulo intentará establecer el nivel de seguridad en base a criterios de costes.

Figura 13-1: Nivel de seguridad ajustable.

En los capítulos anteriores se ha hecho una profusa revisión de los accidentes desde el periodo 2000 al 2013 y se han preparado unos modelos para poder analizar los riesgos en la flota pesquera española, dentro de la metodología del análisis formal de la seguridad. También se ha podido comprobar cómo las frecuencias de los accidentes han variado, teniendo en consideración dos periodos distintos durante estos 14 años, del 2000 al 2007 y del 2008 al 2013. Esta división se realiza debido al número importante de medidas implantadas el año 2006 y 2007 con entrada en vigor entre el periodo 2008-2013, así como el claro descenso en las frecuencias tal y como se obtiene de los riesgos individuales y de las curvas FN. La entrada en vigor de estas medidas y la bajada del riesgo individual se van a utilizar como frontera para determinar el nivel de seguridad, teniendo en cuenta el impacto de las mismas en costes, beneficios y riesgos.

2. Búsqueda del nivel de seguridad en base a costes. Uso de los valores NCAF y GCAF

Siguiendo el criterio de costes indicado en el capítulo 6 se pueden calcular los valores relativos al coste y beneficios en el periodo 2008-2013, NCAF' o GCAF' para las embarcaciones de menos de 12 m, y NCAF'' o GCAF'' para las embarcaciones desde 12 m y comparados con el valor estándar del NCAF o GCAF, que es el VPF de España obtenidos en el capítulo 10. Con ello se obtendría el factor f siguiente:

$$f_{L<12} = (|NCAF'| / NCAF \text{ or } GCAF' / GCAF),$$

$$f_{12 \leq L < 24} = (|NCAF''| / NCAF \text{ or } GCAF'' / GCAF),$$

Donde el establecimiento de un nivel de seguridad en base a GCAF es más sencillo que en base al NCAF, ya que es difícil evaluar con certeza como se vio en los capítulos 10 y 11 los beneficios y además se pueden dar valores negativos, si los beneficios superan a los costes, lo cual hace el resultado más difícil de interpretar.

Este cálculo permite obtener un valor “f” siempre y cuando los NCAF y GCAF derivados sean muy altos. No obstante, dado que NCAF o GCAF tienen varios parámetros incrementales: costes (ΔC), beneficios (ΔB), sólo para el NCAF, y riesgos (ΔR), puede darse el caso que una reducción del riesgo en el periodo haya sido muy alta, debido a un descenso importante en los fallecimientos y por tanto los valores NCAF y GCAF calculados sean bajos. Esto no quiere decir que el factor sea menor que la unidad de manera automática, sino que será necesario un análisis posterior.

Si el factor “f” fuera superior a 1 se podría inferir que el nivel de seguridad es superior al normal debido a la preocupación de la Administración en la reducción de accidentes mediante la implantación de RCOs (por medio de normativa) que han superado el VPF o debido al bajo descenso del riesgo (ΔR). En este último caso se podría inferir que no hay un ajuste adecuado entre las medidas de control del

riesgo implantadas y el descenso de los fallecimientos, existiendo un bajo rendimiento de las opciones de control del riesgo y necesitando de nuevas medidas a implantar. En cualquier caso se podría inferir que hay un empeño de la Administración en reducir la frecuencia de tener N o más fallecimientos en las curvas F-N aceptando costes superiores de las RCOs. Por contra, si el factor fuese inferior a la unidad podría significar que o bien la Administración ha implantado medidas que son muy efectivas (que tendrían margen de aumento en el CAF) o que la reducción del riesgo ΔR se ha incrementado de manera significativa y las medidas de control del riesgo han tenido éxito.

Así las cosas se van a calcular los valores NCAF y GCAF de una batería de medidas implantadas como si de una opción de riesgo completa se tratase. En este caso no es necesario llevar a cabo un análisis de coste beneficio completo de acuerdo a la metodología del FSA, ya que las medidas fueron efectivamente llevadas a cabo. Estos valores CAF serán comparados con los valores VPF y así se obtiene un nivel de seguridad. No obstante se tienen que evaluar éstos en base a costes y calcular el beneficio que se obtuvo por la reducción de siniestros.

3. Cálculo de costes y de beneficios

Se va a proceder a calcular los costes y beneficios de las medidas implantadas en el periodo referido, que son las siguientes:

- Implantación de las medidas de seguridad del RD 543/2007 de seguridad de embarcaciones de pesca, para buques nuevos y existentes [7].
- Implantación del RD 1185/2006 de radiocomunicaciones marítimas, en las embarcaciones de pesca [6].
- Implantación de la Ley 9/2007 sobre regularización que supuso, acelerar la implantación del RD 543/2007 a embarcaciones existentes [8].
- Implantación de un sistema de inspección de embarcaciones de pesca no programado.
- Campañas de concienciación para patrones y marineros.

Para cada una de estas medidas se estimará la reducción del riesgo en base al descenso del número de muertos en el periodo.

3.1.- Costes de cada una de las medidas a implantar. Cálculo del ΔC

A la hora de estudiar el coste de las medidas derivados de las normas se ha procedido a consultar con fabricantes y proveedores de acuerdo al Anexo 1 del capítulo 10. Los valores obtenidos son valores medios.

Para calcular el impacto global en toda la flota en costes se va a proceder a estimar el mismo teniendo en cuenta el descenso global de la flota pesquera en los siguientes años, teniendo en cuenta la evolución de la flota en el periodo 2008 a 2013 (embarcaciones por año).

3.1.1.- Implantación del RD 543/2007

Este Real Decreto contiene medidas de dos tipos: aplicables a las embarcaciones nuevas y aplicables a las embarcaciones nuevas y existentes, debiéndose implantar éstas últimas antes del reconocimiento de renovación de la embarcación entre el periodo 2008 a 2013. Para este caso se supone que cada año se instala en una quinta parte de las embarcaciones, debiéndose descontar las embarcaciones que se desguacen en el periodo.

3.1.1.1.- Medidas aplicables a todas las embarcaciones

Las medidas aplicables a todas las embarcaciones son las siguientes, teniendo en cuenta que para el cálculo de los costes se solapa el descenso anual de la flota real con una implantación en una quinta parte de la flota, coincidiendo con el reconocimiento especial:

- Provisión de chalecos inflables para tripulación en cubierta, aplicable a toda la tripulación que se encuentre en cubierta de acuerdo a lo indicado en el Anexo VI del RD. Del estudio de las tripulaciones mínimas en los certificados de seguridad o en los certificados de conformidad se han provisto un total de 29.814 chalecos de trabajo, a un precio de 100 €, con un mantenimiento anual de 20 € por chaleco, lo cual da lugar a una inversión de 2.932.000 €
- Provisión de trajes de inmersión, aplicables a las embarcaciones de pesca litoral. Teniendo en cuenta la base datos de certificados en el año 2013 se habían provisto a bordo de las embarcaciones unos 1.911 embarcaciones, lo cual supone un gasto total de 2.293.589 € a unos 600€ /traje.
- Instalación de balsas salvavidas, requerido para todas las embarcaciones, incluidas las de pesca local, salvo que se hayan eximido. Para este caso el doctorando analizó una a una las capitánías en las que se otorgaban exenciones y en qué condiciones se otorgaron las mismas, en particular dependiendo de la distancia a la costa en la que fuesen a operar estas embarcaciones y cuantas exenciones se emitieron. Para ello se consideró que las embarcaciones de pesca local corresponden casi en su totalidad a dos tramos de eslora: embarcaciones menores de 7,5 m de eslora y las embarcaciones entre 7,5 m y 12 m de eslora. Con todo ello de un total de 5.542 embarcaciones sujetas a la norma solamente fue necesaria la instalación de 428 balsas (del estándar ISO) a un precio individual de 1.680 € por embarcación. A esto se ha de añadir el mantenimiento de 200 € una vez cada 17 meses. Por tanto el coste total de la medida es de 2.538.040 €.
- Instalaciones de balsas en las embarcaciones de pesca litoral, ya que se debió incrementar una balsa salvavidas por embarcación, en este caso sin exención alguna, lo cual supuso también un desembolso estimado en 12.567.190 €.
- Provisión de plano de dispositivos de salvamento para las embarcaciones mayores de 12 m de eslora L de acuerdo a lo indicado en el Anexo VI, párrafo 7 del reglamento (el RD 543/2007) y plano de medios contraincendios de acuerdo a lo indicado en el párrafo 15 del Anexo V del reglamento, a razón de 30 € por plano supone un total de 90.500 €
- Instalación de aparatos náuticos para todas las embarcaciones de acuerdo al Anexo VII del RD 543/2007 que supone tener instalado un compás y medios de navegación para poder determinar la posición, distancia y la profundidad del agua bajo la quilla. En este caso la instalación es de un GPS de 400 €, una sonda, de 350 €, y un compás de 200 € en 3394 embarcaciones con un mantenimiento anual de 50 € para los equipos, lo cual supone una inversión de 3.224.300 €.
- Adquisición de planos y publicaciones de acuerdo al Anexo VII del RD 543/2007, que supone tener una carta para unas 7.701 embarcaciones así como la adquisición de otras publicaciones para un total de 3.017 embarcaciones, lo cual supone una inversión total de 1.059.120 €.
- Instalación de luces y marcas de navegación. De acuerdo al Anexo VII del RD 543/2007 y en base a las deficiencias detectadas en las embarcaciones se hubieron de instalar paneles de luces de navegación a 2.449 embarcaciones a un coste de 800 € por panel. A unas 525 embarcaciones se les debieron actualizar las luces de navegación con un coste individual por embarcación de 200 €. A unas 3016 embarcaciones se les hubo de instalar sirena y campana con un precio de 300 € por embarcación. Para todas ellas la instalación supuso 2.969.184 €.

3.1.1.2.- Medidas aplicables a las embarcaciones nuevas

En relación a estas embarcaciones las medidas aplicables a las embarcaciones nuevas no suponen un coste especial a añadir al coste actual de las embarcaciones. No obstante a lo anterior se considera que una medida en particular, el incremento de francobordo sí que tiene un coste sustancial. De acuerdo al Anexo I del RD 543/2007 las embarcaciones nuevas deben disponer de un francobordo más elevado. Este aspecto no es tan simple de cuantificar como lo indicado anteriormente por lo que el doctorando debió investigar cómo afecta el nuevo francobordo a las embarcaciones.

Para conocer el impacto en costes de esta medida y conocer cuál ha sido el coste del incremento de francobordo desde el año 2008 al 2013 se decidió trabajar en dos previsiones, una optimista que supone que para el año 2025 habrá unas 6.200 embarcaciones en el censo (caída anual del 2,5%) mientras que la evolución pesimista, de continuar la actual sería de unas 2.800 embarcaciones (caída anual del 4,3%).

Analizando la serie temporal se puede interpretar que la flota pesquera nacional va a evolucionar de acuerdo a lo indicado la figura 13-2. En el capítulo 2 se incorporó la evolución de la flota teniendo en cuenta los años 2014 y 2015, que darían más peso a un descenso anual de la flota del 2,5%.

Figura 13-2. Previsiones de evolución de la flota periodo 2013 a 2025.

El estudio se dividió entre las embarcaciones de menos de 12 m de eslora y las de más. El resultado se refleja en el Anexo a este capítulo que indica los costes en la flota por la implantación de la medida.

Con ello las figuras 13-3 y 13-4 indican los costes anuales en la flota nacional desde 12 m de eslora y de menos de 12 m de eslora respectivamente, obtenidos por medio de proyecciones de cálculo de renovación de la flota y teniendo en cuenta las necesidades de incrementar el arqueado para poder aumentar el francobordo, tal y como se indica en el Anexo a este capítulo.

Figura 13-3. Costes anuales de incremento de francobordo en embarcaciones nuevas entre 12 y 24 m de eslora.

Figura 13-4. Costes anuales de incremento de francobordo en embarcaciones nuevas de menos de 12 m de eslora.

Todos los costes anteriores se deben asumir en un periodo de 30 años de vida, por lo que se deben anualizar y tener en cuenta la posible inflación.

En relación a las inversiones necesarias en embarcaciones nuevas, que debían cumplir con el RD en su integridad, se ha supuesto que el coste global de la embarcación es el mismo y que las medidas que deberían ser aplicables a embarcaciones existentes, que hayan sido desguazadas, se aplican a embarcaciones nuevas, neutralizando los costes.

3.1.2.- Implantación del RD 1185/2006 sobre radiocomunicaciones marítimas

En este aspecto concreto el cumplimiento del RD tuvo como impacto principal la instalación en las embarcaciones de pesca de los equipos VHF con DSC. En este caso se debieron instalar al menos a 7.700 embarcaciones de menos de 12 m de eslora con un coste de 480 € por embarcación: 280 € más 200 € de tasas, antenas, programación y Licencia estación del buque (LEB). Esto supuso un importe de 3.696.000 €, según datos obtenidos de la Dirección General de la Marina Mercante en base a las subvenciones otorgadas.

3.1.3.- Aplicación de la Ley 9/2007 sobre regularización de las embarcaciones de pesca

La ventaja de la implantación de esta ley es que desde el punto de vista de la seguridad, se aceleró la implantación de las medidas del RD 543/2007 con lo que el impacto en la seguridad sería más rápido, dado que en poco tiempo un número sustancial de embarcaciones de pesca tuvieron que cumplir como nuevas.

El número de embarcaciones a regularizar fue de 2.711 de acuerdo a los datos de los que se disponía.

A la hora de aplicar esta ley, y en particular lo relativo a la implantación de las medidas de seguridad en las embarcaciones, es necesario tener en cuenta los desarrollos de la misma de acuerdo a las instrucciones de la Dirección General de Marina Mercante [57], [104], [105]. Así en las embarcaciones de pesca que tengan unas medidas distintas de las que figuran en la hoja de asiento original, bien si la eslora supera en un 20% la eslora de la hoja de asiento, la manga supera un 15% la manga de la hoja de asiento o si el puntal de trazado supera en un 15% el puntal de la hoja de asiento se debe aplicar el Real Decreto 543/2007 como si la embarcación fuese nueva. Los aspectos con impacto económico a tener en cuenta son: construcción, estabilidad y francobordo, protección y extinción de incendios, además de las medidas indicadas anteriormente por ser embarcaciones existentes. Con esto aparentemente la batería de medidas supondría un coste muy alto.

Sin embargo al aplicar la normativa en la flota a regularizar el alcance no es tan profundo como se podría prever. Así el Real Decreto 543/2007 establece, en lo relativo a las medidas técnicas a aplicar, una clara distinción entre las embarcaciones de menos o desde 12 m de eslora, teniendo estas últimas una mayor complejidad que las primeras. En el proceso de regularización se comprobó que el grueso principal de las mismas, el 90% son embarcaciones de menos de 10 m de eslora L siendo el 10% restante para las embarcaciones mayores.

Durante el periodo 2007-2010 solamente se pudieron regularizar 1.417 embarcaciones como existentes, quedando 1.294 embarcaciones para ser regularizadas como nuevas. De acuerdo a los datos obtenidos el coste la regularización de las embarcaciones que tuvieron consideración de existentes fue de 12.600 € por embarcación. En las embarcaciones con tratamiento de nuevas se debían aportar GTs de modo que para las embarcaciones menores de 10 m de eslora se debería adquirir aproximadamente 1 GT por embarcación y para las embarcaciones desde 10 m de eslora, aproximadamente 5 GT, a un precio por GT de 5.520 €. Esto supuso que el coste de regularizar una embarcación alcanzase un valor de 23.750 € de media para las embarcaciones de menos de 10 m, y 40.200 € por embarcación aquellas desde 10 m de eslora. Teniendo en cuenta el incremento de francobordo y arqueo en la flota, como se indica en el Anexo, el coste de la regularización de las embarcaciones fue de 17.854.200 € para las embarcaciones regularizadas antes de 2010 y de 32.861.130 € para las embarcaciones regularizadas desde el 2010 al 2013.

3.1.4.- Inspecciones no programadas

Uno de los aspectos en los que se incidió en el control de las embarcaciones de pesca fue la realización de inspecciones no programadas. Las inspecciones no programadas permiten conocer la realidad de las embarcaciones en fase operativa. Durante los años 2007 a 2009 se sometió a un número importante de embarcaciones de pesca a estas inspecciones de la manera siguiente, con un coste administrativo por hora de 195 € (tres inspectores a 65 €/hora [este como coste estimado ya que no se refleja así en las tasas de inspección]) como se indica en la tabla 13-1

Tabla 13-1. Inspecciones no programadas a embarcaciones de pesca en el periodo 2007 a 2009.

	Insp. Mar (3 horas)	Insp. Bocana (2 horas)	Insp. Puerto (2 horas)	Total	Gastos
2007	114		290	404	179.790€
2008	68	58	258	258	163.020€
2009		95	272	272	143.130€
				934	485.940€

3.2. Cálculo de los costes (AC)

El coste de una opción de control del riesgo se reparte durante toda la vida de la embarcación. Tal y como se ha visto más arriba algunas medidas implantadas en el periodo 2008-2013 tienen costes anuales pero a los efectos de este cálculo se va a asumir que aquellas medidas que supongan instalación de equipos van asociada a la vida útil del equipo que es de 15 años, mientras aquellas medidas de diseño de la embarcación aplican a toda la vida útil de la embarcación que son 30 años.

El ejercicio del cálculo del nivel de seguridad considera una serie de medidas de implantación del riesgo en su conjunto, que son las indicadas más arriba. Para estas medidas se procede a hacer el cálculo, teniendo que cuenta que solamente se ha llevado a cabo un análisis de sensibilidad para aquellas que son inciertas, tal y como la derivada del incremento de francobordo, indicado en el Anexo a este capítulo.

Tal y como se ha venido indicando, para poder tener datos suficientes se procede a trabajar en dos tramos de esloras L menor de 12 m de eslora y desde 12 m de eslora. El conjunto de todas las medidas se anualizan teniendo en cuenta la caída de la flota. Teniendo en cuenta todo lo anterior se procede a calcular los costes totales de todas las medidas de seguridad implantadas durante el periodo suponiendo

que las medidas se implantaban a medida que las embarcaciones alcanzaban el reconocimiento especial (cada cinco años) por tanto a una quinta parte de la flota existente de manera anual, incorporando la caída de la flota anual. Con ello se obtiene el incremento del coste (ΔC) cuyos valores anuales se indican en las tablas 13-2 y 13-3.

Tabla 13- 2. ΔC de las medidas implantadas en embarcaciones de menos de 12 m de eslora

MEDIDA	COSTES TOTALES	COSTES ANUALES	COSTES PERIODO 2008-2013
Balsas salvavidas	2.538.040 €	126.902 €	761.412 €
Chalecos salvavidas	5.216.201 €	260.810 €	1.564.860 €
Aparatos náuticos	3.326.120 €	166.306 €	997.836 €
Publicaciones náuticas	154.020 €	7.701 €	46.206 €
Actualización de luces y marcas	2.032.670 €	67.756 €	406.534 €
Regularización embarcaciones de pesca, fase 1	18.704.400 €	623.480 €	3.740.880 €
Regularización embarcaciones de pesca, fase 2	0 €	0 €	0 €
Incremento de francobordo para las embarcaciones de nueva construcción	L < 6 m (Ver Anexo 1)		3.848.743 €
	6 m < L ≤ 7,5 m (Ver anexo 1)		229.679 €
	7,5 < L ≤ 12 m (Ver anexo 1)		356.595 €
VHF con DSC	4.007.040 €	133.568 €	801.408 €
			12.754.153 €

Tabla 13-3. ΔC de las medidas implantadas en embarcaciones desde 12 m de eslora

L ≥ 12m			
MEDIDA	COSTES TOTALES	COSTES ANUALES	COSTES PERIODO 2008-2013
Plano dispositivos de salvamento	90.510 €	4.526 €	27.153 €
Balsas salvavidas	12.567.190 €	628.360 €	3.770.157 €
Chalecos de trabajo	6.511.801 €	325.590 €	1.953.540 €
Trajes de inmersión	2.293.589 €		2.293.589 €
Publicaciones náuticas	905.100 €	45.255 €	271.530 €
Actualización luces	120.750 €	6.038 €	36.225 €
Actualización señales acústicas	904.800 €	45.240 €	271.440 €
Regularización embarcaciones de pesca, fase 1	0 €	0 €	0 €
Regularización embarcaciones de pesca, fase 2	0 €	0 €	0 €
Incremento de francobordo para las embarcaciones de nueva construcción		82.649 €	472.214 €
Inspección no programada de embarcaciones	485.940 €		485.940 €
			9.581.788 €

Por tanto en el periodo 2008 a 2013 se ha producido un incremento de los costes debido a las medidas de seguridad y regularización implantadas de 22.335.941 €.

3.3.- Beneficios económicos derivados de la implantación de las medidas. Cálculo de ΔB

De acuerdo a lo calculado en el capítulo 10 se pueden determinar los beneficios económicos reales (que supone un ahorro en costes más que beneficios) derivados de la implantación de las medidas teniendo en cuenta la disminución en gasto por tener menos reparaciones derivadas de los accidentes, menos días de inactividad y menores pérdidas totales en el periodo.

Los factores externos tales como la reducción potencial de la actividad en el periodo 2008-2013, debido a la crisis económica o a las condiciones medioambientales, se considera que no tienen influencia relevante para poder simplificar los cálculos.

Por otro lado, teniendo en cuenta la reducción de la flota, se hace necesario calcular el beneficio de manera anualizada. Así las cosas utilizando los resultados del capítulo 10:

- Para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora la caída de la flota durante el periodo 2008-2013 es de un 28% (con una reducción en la frecuencia de los accidente de un 5,6% - de $4,45 \cdot 10^{-3}$ a $4,2 \cdot 10^{-3}$). Por ello el beneficio real durante el periodo supone una cantidad menor, que la diferencia bruta, que es de 5.862.711€. El resto corresponde a esa caída de la frecuencia de los accidentes.
- Para las embarcaciones desde 12 m de eslora la caída de la flota durante el periodo 2008-2013 es del 30% (con una reducción de la frecuencia de los accidentes del 13%- de $6,5 \cdot 10^{-3}$ a $7,5 \cdot 10^{-3}$). Por ello el beneficio real durante el periodo supone una cantidad menor que la diferencia bruta, que es de 6.122.586 €. El resto del beneficio corresponde a esa caída de frecuencia de los accidentes del 13%.

Con todo ello se obtiene los valores ΔB que se indican en la tabla 13-4 en la que se ve que los costes de los accidentes han sido claramente mayores en el periodo 2000-2007 frente al 2008-2013, lo cual supone un beneficio.

Tabla 13-4. Beneficios económicos en el periodo 2008-2013 por la variación histórica del número de accidentes

	Periodo 2000-2007	Periodo 2008-2013	Diferencia ΔB (sin tener en cuenta la caída de la flota)	Diferencia ΔB (teniendo en cuenta la caída de la flota)
$L < 12$ m	22.410.930 €	12.059.692 €	10.351.238 €	5.862.711 €
$L \geq 12$ m	52.537.670 €	20.650.093 €	31.887.577 €	6.122.586 €

Adicionalmente, para poder contrastar los datos obtenidos en el capítulo 10, se procede a estimar en los modelos el beneficio económico de las medidas. En este sentido los modelos se dividen en dos periodos 2000-2007 y el periodo 2008-2013 en los que se tienen en cuenta las consecuencias de los accidentes de tal manera que para cada una de las consecuencias se calculan los costes considerando el tipo y gravedad de los accidentes.

El ΔB obtenido en los modelos con respecto a los datos calculados en la tabla 13-4 (históricos) mantienen una variación del 25% con respecto a las embarcaciones de más de 12 m de eslora y de un 15% en las de menos de 12 m en línea con los valores indicados en el capítulo 11, tal y como se puede ver en la figura 13-5. Esto da una idea de la robustez de los modelos, al mantenerse los porcentajes de variación con respecto a los datos históricos. Dado que en general los modelos son más conservadores los beneficios son más bajos.

Figura 13-5. Comparación resultados de los modelos frente a los valores calculados.

Teniendo en cuenta que la principal preocupación por número de fallecimientos e impacto económico es el hundimiento también se comprueba que se mantiene una diferencia del 31% para esloras menores de 12 m y un 10% para esloras desde 12 m. Esto confirma que para este modelo en cuestión es necesario un ajuste en término de ΔB , o considerar solamente PLLs.

4. Cálculo de la reducción de fallecidos. Reducción del riesgo ΔR

La reducción del riesgo viene calculada por dos componentes distintas: el beneficio económico derivado de la reducción de los accidentes y por otro lado la reducción real de los fallecidos. Dado que la reducción de riesgo que se está considerando en la tesis viene dada por la reducción de los fallecimientos y dado que se va a estimar el nivel de seguridad en relación a la reducción real del riesgo se puede hacer una estimación similar a la anterior. En este sentido existe una variación importante en el número de fallecidos, pero también se tiene que tener en cuenta qué ha sucedido en términos de fallecimientos por embarcación y por año.

- Para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora en el periodo 2008-2013, teniendo en cuenta la caída de la flota anteriormente indicada del 28% y simultaneada con una caída de las muertes por embarcación y por año del 20% -de $6,5$ a $5,2 \cdot 10^{-4}$ muertes/embarcación/año, lo cual supone una reducción de 3 fallecimientos en el periodo.
- Para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora en el periodo 2008-2013, teniendo en cuenta la caída de la flota anteriormente indicada del 30% y simultaneada con una caída de las muertes por embarcación y por año del 13% -de 8 a $7 \cdot 10^{-4}$ muertes/embarcación/año-) supone una reducción de 5 fallecimientos en el periodo.

Así las cosas se obtienen los resultados que se indican en la tabla 13-5, que se mantienen similares a los modelos.

Tabla 13-5. Reducción de los fallecimientos ΔR

	Periodo 2000-2007	Periodo 2008-2013	Diferencia (ΔR sin tener en cuenta la caída de la flota)	Diferencia (ΔR teniendo en cuenta la caída de la flota)
$L < 12$ m	57	19	38	3
$L \geq 12$ m	22	12	10	5

5. Cálculo del nivel de seguridad

Teniendo en cuenta todo lo indicado en los apartados anteriores se ha procedido a la estimación de los valores NCAF y GCAF y se han estimado los valores del factor f , de acuerdo a lo indicado en la tabla 13-6.

Los valores GCAF son superiores a los NCAF debido al efecto negativo del ΔB y el positivo de ΔR en el cálculo. El factor f se determina de acuerdo a los cocientes $GCAF'$, $GCAF''$ debido a los bajos valores obtenidos para los NCAFs (0,154-0,230), tal y como se indicaba en el epígrafe 2, pero es interesante notar la reducción del 75% cuando se comparan los valores NCAF y GCAF en los buques de más de 12 m de eslora L , ya que esto indica que las medidas de control han trabajado correctamente proporcionando un valor $\Delta B/\Delta R$ positivo. Los valores se presentan para ambos grupos de esloras y la última columna contiene los valores para esloras menores de 24 m.

Tabla 13-6 Cálculo de factor f .

CAF y FACTOR f			
	$L < 12$ m	$L \geq 12$ m	$L < 24$ m
GCAF (histórico similar a modelo) (€/fallecimiento) [US\$ /fallecimiento]	4.251.384,39 € [5.611.827 US\$]	1.916.357,64 € [2.529.592 US\$]	2.791.992,67 € [3.685.430 US\$]
NCAF (histórico) (€/fallecimiento) [US\$ /fallecimiento]	2.297.147,29 € [3.032.234 US\$]	691.840,45 € [913.229 US\$]	1.293.830,52 € [1.707.856 US\$]
NCAF (modelo) (€/fallecimiento) [US\$ /fallecimiento]	2.590.282,86 € [3.419.173,37 US\$]	997.969,75 € [1.317.320,07 US\$]	2.105.525,06 € [2.1505.515,06 US\$]
$GCAF''/GCAF$ (VPF ($4.50 \cdot 10^6$ € o $3.01 \cdot 10^6$ €))	0,945/1,412	0,426/0,637	0,620/0,928
$NCAF''/NCAF$ (histórico) (VPF ($4.50 \cdot 10^6$ € o $3.01 \cdot 10^6$ €))	0.510/0.763	0.154/0.230	0.288/0.430
$NCAF''/NCAF$ (modelo) (VPF ($4.50 \cdot 10^6$ € o $3.01 \cdot 10^6$ €))	0,576/0,861	0,222/0,332	0,354/0,530
f	0,945/1,412	0,426/0,637	0,620/0,928

El valor para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora se sitúa entre 0,945 y 1,412 dependiendo del valor VPF utilizado. En este sentido se debe considerar que el valor $4,50 \cdot 10^6$ € es más realista que el valor $3,01 \cdot 10^6$ € tal y como se indicó en el capítulo 11.

Por tanto el valor más adecuado sería 0,945 para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora y de 0,426 para las embarcaciones desde 12 m de eslora, teniendo en cuenta que los valores para NCAF son distintos.

Teniendo esto en consideración, cuando se evalúa el nivel de seguridad las medidas implantadas en el periodo 2006-2008 han funcionado bien, en principio, en particular para las embarcaciones desde 12 m de eslora. Se muestra un impacto económico limitado por parte de la normativa y una mejora neta en la reducción de los fallecimientos, combinada con los costes que no han superado los valores CAF. Se tiene que tener en cuenta que si el VPF fuese de $3.01 \cdot 10^6$ € la discusión sería completamente distinta ya que el factor estaría por encima de la unidad.

La evaluación del nivel de seguridad indica que para ambos tramos de esloras el legislador podría elegir entre dos posibilidades, siendo la primera más conservadora y manteniendo el valor CAF igual que el

VPF con un nivel de seguridad 1 (100% de la palanca de seguridad). Esto permitiría ser más ambicioso e imponer medidas de seguridad para poder incrementar el ΔR aún más. Alternativamente la otra posibilidad sería reducir el nivel de seguridad al 0,95 (95% de la palanca de seguridad) para las embarcaciones por debajo de 12 m de eslora y 0,50 (50% de la palanca de seguridad) para las embarcaciones desde 12 m de eslora L de acuerdo a los cálculos. En este sentido sería conveniente mantener un perfil conservador obligándose al re-cálculo de los valores ΔC , ΔB y ΔR en el periodo 2014 a 2018 y decidir consecuentemente. También será necesario por parte del regulador considerar la situación económica del sector.

Para comprobar cómo varía el factor de seguridad, en base al GCAF se ha calculado cómo va evolucionando el mismo con la incorporación de los periodos 2014 y 2015. Para ello se han incorporado los costes y beneficios en estos dos años y se ha procedido a calcular el ΔC para el periodo 2008-2014 y el periodo 2010-2015 y el periodo 2008-2015. Además se ha de tener en cuenta que en el periodo 2014 y 2015 se han producido 2 fallecimientos en embarcaciones menores de 12 m de eslora y 9 fallecimientos, en embarcaciones desde 12 m, como se indica en el capítulo 7.

Figura 13-6. Variación del f con la incorporación de los años 2014 y 2015

En la figura 13-6 se puede comprobar cómo los factores para las embarcaciones menores de 12 m de eslora se han ido ajustando con respecto al VPF de España (de 4,50 millones de €) entre 0,95 y 1,05 frente al estándar de la OMI de 3,01 millones de €, oscilando entre 1,4 y 1,6. A los efectos de la tesis, dado que los modelos solamente se han elaborado con accidentes hasta 2013, el nivel de seguridad se considerará que es de 0,95 o 1.

Por el contrario los incidentes sucedidos en el periodo 2014, 2015 en embarcaciones de pesca desde 12 m de eslora hacen que el incremento de riesgo no disminuya lo suficiente (es decir que no aumente la diferencia entre 2000-2007 y el periodo siguiente), lo cual hace que se dispare el factor f de una manera considerable pasando de 0,4 a 0,8 en dos años para el VPF de España (de 4,50 millones de €) y también se dispare teniendo en cuenta el valor estándar de la OMI (de 3,01 millones de €). No obstante, tal y como se indicó anteriormente el modelo considerará prioritariamente el 0,42 o 1 al incorporar solamente accidentes hasta 2013.

La evolución del nivel de seguridad en base al GCAF dependerá de cómo se vaya compensando el incremento de costes al ir sumando años con respecto la reducción del riesgo. Cada año se incrementaría ΔC al tener que sumar la parte de amortización del equipo por año, lo cual incrementa el dividendo, y adicionalmente, si las medidas implantadas surten efecto, se debería incrementar la reducción de fallecimientos en términos de fallecimientos por embarcación y por años, es decir ambos valores irían

aumentando progresivamente, con la precaución de que la serie esté compensada, ya que ΔR se hace cada vez más pequeño al ir sumando fallecimientos cada año. Por claridad también se puede trabajar con PLLs en el divisor. En relación al NCAF el dividendo se ve afectado por la componente que resta al obtener ΔB más altos por la reducción de accidentes. Pero tal y como se ha dicho antes si las medidas no estuviesen funcionando correctamente el cociente se dispararía.

Después de una estimación del nivel deseado de ΔR la Administración Marítima podría también desarrollar un nivel de ΔF en el contexto de las curvas F-N con una nueva curva que establezca las frecuencias por embarcación y por año para cada uno de los valores N para poder ajustar el nivel de seguridad de acuerdo al criterio de curvas F-N, aunque esta variante se antoja compleja.

Finalmente indicar que el valor VPF_f podría ser el valor a utilizar en un FSA con nivel de seguridad siendo “f” el nivel de seguridad. Una vez que el nivel de seguridad ha sido establecido a través del criterio de costes las posibilidades de encontrar opciones de control del riesgo (RCOs) “mejor adaptadas”, a través de un FSA completo, garantizaría que las reglas fuesen más equilibradas y sustanciadas en datos. Para poder acomodar el régimen la Administración podría desarrollar objetivos que encajaran con las reglas actuales (para cubrir el régimen actual y el nivel de seguridad) y requerimientos funcionales. Estos podrían incluir requerimientos de actuación (performance requirements) de acuerdo al nivel de seguridad -CAF modificado, $fVPF$ -.

6. Conclusiones

En este capítulo se ha determinado el nivel de seguridad de la flota pesquera por esloras calculando el denominado factor f. Para ello se ha procedido a calcular el coste de las medidas incorporadas y los beneficios que estas han tenido, descontando la caída de la flota pesquera nacional durante el periodo 2008-2013.

El nivel de seguridad f demuestra una clara diferencia entre las embarcaciones desde 12 m frente a las de menos de 12 m de eslora. Esto significa que existe, como es natural, derivado del número de fallecimientos, una preocupación mayor en las embarcaciones de menos de 12 m que sin embargo son más difíciles de regular. Los motivos son distintos y se dejará para la fase de análisis formal de la seguridad en esta tesis cómo proceder.

Del análisis del NCAF y el GCAF junto con la caída de fallecimientos se puede extrapolar que las medidas implantadas para las embarcaciones de menos de 12 m han sido más efectivas desde el punto de vista cuantitativo (en reducción de porcentajes de siniestralidad) pero a un coste alto.

Por otro lado los niveles de seguridad obtenidos indican que las medidas de control del riesgo llevadas a cabo durante estos años han sido más efectivas en las embarcaciones desde 12 m de eslora, mientras las medidas de control del riesgo para las embarcaciones menores, al tener un factor mayor que la unidad han sido menos efectivas.

Es interesante también tener en cuenta cómo el factor de seguridad es sensible a los distintos VPF estimados. Si se tiene en cuenta el mayor de ellos (más próximo a la realidad de $4,50 \cdot 10^6$ € frente al de $3,01 \cdot 10^6$ € las variaciones son muy grandes, sin embargo, teniendo en cuenta que España es un país desarrollado el valor que se debe tomar es el superior, descartando el inferior (que puede ser útil a nivel de estudio de las medidas en OMI). No obstante a esto se debe ser muy precavido ya que las variaciones en los accidentes de pesca en los años 2014 y 2015 incorporados al cálculo de f producen variaciones importantes y también se debe esperar a los años siguientes. Dado que cada año se tiene que sumar costes también se deben reducir los fallecimientos por año en términos relativos. Es por ello que se recomendaría durante un tiempo mantener el nivel del 100% (f igual a la unidad) hasta que se pueda ver de manera efectiva la disminución del riesgo de las medidas. A pesar de esto los niveles de seguridad calculados permiten trabajar en los análisis de sensibilidad de la etapa 3 de un FSA.

El análisis preliminar del nivel de seguridad muestra una serie de tendencias muy interesantes a tener en cuenta en el futuro desarrollo de normas basadas en objetivos incorporando el enfoque del nivel de seguridad desde abajo a arriba, en lugar de considerar normas basadas en objetivos por defecto, esto es con un nivel de seguridad de valor unidad o desarrollar el nivel de seguridad a partir de las normas basadas en objetivos.

Capítulo 13. Anexo. Estudio del incremento de costes debido al incremento del francobordo en embarcaciones de menos de 24 m de eslora

El francobordo requerido de acuerdo al RD 543/2007 es el que se indica en la figura A-13-1.

Figura A-13-1. Francobordos mínimos requeridos a lo largo de la eslora

1. Embarcaciones desde 12 m de eslora

Se llevó a cabo un estudio del impacto que tendría el nuevo francobordo en las embarcaciones nuevas. En primer lugar se ha de tener en cuenta el estatus actual de las embarcaciones existentes respecto al nuevo francobordo. Para llevar a cabo este estudio se trabajó sobre un total de 140 embarcaciones de eslora superior a 12 m para las que la situación actual es la indicada en la figura A-13-2.

Figura A-13-2. Base de datos de francobordos (año 2010)

Las embarcaciones que se encuentran por encima tienen un francobordo mayor que el requerido, muy posiblemente por corrección por estabilidad. Mientras las embarcaciones por debajo son aquellas que no cumplen.

Sin embargo este patrón varía por zonas. Así para la zona norte, figura A-13-3, y sur, figura A-13-4, existen un número importante de embarcaciones que no cumplirían mientras que en el Mediterráneo, figura A-13-5, casi todas las embarcaciones cumplen.

Figura A-13-3. Francobordos embarcaciones en la zona norte

Francobordos reales comparados con los requeridos para la Zona Sur

Figura A-13-4. Francobordos embarcaciones en la zona sur.

Curiosamente casi todas las embarcaciones del Mediterráneo cumplirían sobradamente tal y como se indica en la figura A-13-5.

Francobordos reales comparados con los requeridos. Zona Mediterráneo

Figura A-13-5. Francobordos en embarcaciones del Mediterráneo

Con todo lo anterior, teniendo en cuenta el Incremento de francobordo necesario se ha estimado el incremento de arqueo necesario para aquellas embarcaciones que no cumplen. El parámetro arqueo es el más importante ya que se han de adquirir GT's en el mercado.

Teniendo en cuenta las dimensiones de estas embarcaciones, tanto su manga, como su eslora y coeficiente de línea de agua, $A_w/(L \cdot B)$, se ha calculado el incremento francobordo requerido para estas

embarcaciones y con ello el incremento de arqueo necesario, manteniendo la configuración de la embarcación e incrementando solamente el volumen de la cubierta y el coste de la medida teniendo que adquirir arqueo en el mercado, tal y como se indica en la figura A-13-6.

Figura A-13-6. Incremento de arqueo necesario en GT y coste del incremento de Francobordo en aquellas embarcaciones que no cumplen

A la hora de calcular el impacto en toda la flota, las probabilidades de tener un incremento de francobordo x son las indicadas en la figura A-13-7 que sigue una distribución lognormal, de acuerdo al perfil de la flota desde 12 m de eslora. Por otro lado la simulación en cuanto a las embarcaciones que han de incrementar el francobordo se obtienen en la figura A-13- 8, que sigue una distribución gamma. De esta simulación se concluye que solamente sería necesario incrementar el arqueo en un 25% de las embarcaciones.

Figura A-13-7. Probabilidades de incremento de Francobordo en la flota desde 12 m de eslora por incremento necesario.

Figura A-13- 8. Probabilidad de incremento de francobordo por esloras.

Por otro lado es necesario, con los datos disponibles realizar una simulación de los costes necesarios para el incremento de francobordo en base a los puntos calculados en la figura A-13-7. Para ello se obtienen las siguientes estimaciones económicas por grupos de esloras tal y como indican las figuras A-13-9, para esloras entre 18 y 24 m, la figura A-13-10 para esloras entre 15 y 18 m y la figura A-13-11 para esloras entre 12 y 15 m.

Figura A-13-9. Costes de incremento de francobordo para las embarcaciones entre 18 y 24 m de eslora.

Figura A-13-10. Costes de incremento de francobordo para las embarcaciones entre 15 y 18 m de eslora.

Figura A-13-11. Costes de incremento de francobordo para embarcaciones entre 12 y 15 m de eslora.

Con ello, extrapolando a toda la flota y dividiendo el incremento del coste por la vida útil de la embarcación se obtienen los costes anuales indicados en la figura A-13-12.

Figura A-13-12. Costes anuales de incremento de Francobordo en la flota nacional entre 12 y 24 m de eslora.

2. Embarcaciones menores de menos de 12 m de eslora

Para este caso es necesario tener en cuenta cómo afectará la norma de francobordo en función de la estabilidad que se vaya a utilizar, que sigue dos normativas distintas en principio: para las embarcaciones nuevas la ISO [106], [107], mientras que para las embarcaciones existentes la norma de la Circular de 1964 [108]. No obstante a lo anterior después de la entrada en vigor del RD 543/2007 se permitió continuar el uso de la norma de 1964 incluso en embarcaciones nuevas. Para este estudio se examinaron una serie de embarcaciones construidas en 2007 de toda la geografía nacional.

Así, para las embarcaciones de hasta 12 m de eslora, se puede comprobar que si la estabilidad a utilizar es la de la Orden de 1964 el francobordo es el indicado en la figura A-13-13, en el que el francobordo necesario para las embarcaciones aparece en una nube de puntos verdes.

Figura A-13-13. Francobordos obtenidos con la norma de estabilidad de 1964.

Mientras si la estabilidad que se usa es la de la norma ISO el francobordo es el que se obtiene en la figura A-13-14.

Figura A-13-14. Francobordos obtenidos con la norma de estabilidad de 1964.

Con algunas salvedades el Real Decreto 543/2007 es más exigente para barcos hasta 6 metros, considerando que en ambos casos no hay cubierta corrida. Para esloras superiores a los 10 m, las exigencias de la Circular de 1964 son significativamente superiores. Con respecto a esta última aseveración conviene recordar que el Real Decreto establece un francobordo mínimo de formas siendo necesario cumplir las exigencias de estabilidad. Para las esloras comprendidas entre 6 y 10 metros sigue apareciendo como más exigente la norma de 1964 aunque en este caso se comparan embarcaciones con cubierta con embarcaciones con cubierta parcial.

Así las cosas se ha procedido a tratar el asunto del francobordo en estas embarcaciones dividiendo en tres tramos de esloras, teniendo en cuenta la misma caída de la flota que se indicó más arriba y realizando simulaciones similares a las indicadas en el apartado anterior, obteniéndose la figura A-13-15.

Coste de la medida de incremento de francobordo por año para $L < 12$ m

Figura A-13-15. Costes anuales de incremento de francobordo en la flota nacional de menos de 12 m de eslora.

PARTE 3. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL NIVEL DE SEGURIDAD EN EL CONTEXTO ACTUAL

14. ESTUDIO DE LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS EN LAS INSPECCIONES OPERATIVAS DE LA FLOTA PESQUERA. CONSTRUYENDO LA ETAPA 3 DEL FSA

Objetivo

Con este capítulo comienza la evaluación del nivel de seguridad trabajando en un FSA completo, en particular desde la etapa 3. Esta etapa se comenzó a introducir en los capítulos anteriores para determinar el cálculo del nivel de seguridad aunque se consideraron opciones de control del riesgo ya aplicadas y se hizo un cálculo de su coste y beneficio.

Para poder desarrollar un FSA completo primero será necesario trabajar en la etapa 3 del FSA. Se analizará el entorno de la inspección y se vinculará la función de inspección con los modelos de accidentes utilizando las deficiencias durante las inspecciones. El objetivo de este capítulo es el de intentar introducir deficiencias, en la medida de lo posible, en los modelos de alto nivel que se han elaborado al objeto de intentar establecer una posible correlación y ganar conocimiento para la determinación de opciones de control del riesgo en la etapa 3. Con ello se podrá trabajar más tarde en el posible desarrollo normativo enfocado a la gestión del riesgo con el enfoque del nivel de seguridad.

1. Introducción

En los capítulos anteriores se ha trabajado principalmente sobre la base de datos de accidentes y el censo de la flota pesquera construyendo las etapas 1 y 2 de un FSA y estimando el nivel de seguridad de la flota pesquera nacional, en base a costes con modelos de riesgo de alto nivel.

Dado que el objetivo de la tesis es también evaluar el nivel de seguridad de la flota pesquera nacional y desarrollar las siguientes etapas del FSA se hace necesario trabajar en las inspecciones como uno de los instrumentos del que dispone la Administración para evaluar el nivel de seguridad de la flota.

En las inspecciones a las embarcaciones de pesca se detectan, por medio de cuestionarios, deficiencias que permiten dotar al legislador de información del estado real de la flota. Estas deficiencias son resueltas posteriormente. Examinándolas se pueden obtener patrones que pueden ayudar a detectar las causas raíz de los accidentes así como a desarrollar posibles medidas de control del riesgo.

En este caso concreto las deficiencias de las que se disponen son el resultado de las inspecciones no programadas realizadas, tal y como se indica en el capítulo 13, que fue una de las medidas que se supone que tuvo un efecto en la reducción del riesgo en el periodo 2008-2013, aunque su efecto individual no se detalló al no ser necesario para el cálculo del nivel de seguridad.

El análisis que se va a llevar a cabo en este capítulo buscará vincular las inspecciones con los accidentes explorando diversas posibilidades para su desarrollo tanto en la tesis como hacia el futuro, que permitirían una mejora del análisis de riesgos en estudios posteriores orientado a marcos más holísticos.

2. El uso de las inspecciones para la mejora del conocimiento de las causas raíz

La zona actuación de la inspección de buques se introduce normalmente para conocer el estado de la flota y también poder reducir el riesgo tal y como se indica en la figura 14-1. A la vista de este diagrama tan sencillo se puede decir que sí existiría una correlación entre deficiencias y accidentes, pero es necesario determinar en qué profundidad, esto es, una vez que una deficiencia se detecta cómo se puede asociar a una causa raíz de un accidente.

A nivel de la Organización Marítima Internacional es frecuente escuchar que existe una correlación, pero sin tener motivos fundados para indicarlo [110]. El problema de base es cuán próximas están las deficiencias a la causa raíz de los accidentes y en caso de rectificar esa deficiencia cuánto se mitiga un siniestro.

Es obvio que en caso de que las deficiencias estén redactadas de una manera sistemática y dirigidas a las causas raíces puede existir una vinculación directa, es decir la probabilidad de que una causa raíz vuelva a acontecer se reduciría sustancialmente al haberse detectado. Ese proceso no se da frecuentemente, dado el carácter con el que se diseñan los cuestionarios, tanto de las Organizaciones Reconocidas como de las Administraciones, principalmente dirigidos a verificar el cumplimiento de una norma, cuyo origen es muchas veces desconocido y difícil de valorar desde el punto de vista cuantitativo.

Figura 14-1. Diagrama de secuencia de un siniestro desde las amenazas a las consecuencias finales

En el contexto marítimo de la seguridad en las embarcaciones de pesca se va a proceder a investigar qué soluciones pueden establecerse para efectivamente vincular accidentes a inspecciones.

3. Consideración de las deficiencias en la investigación sobre siniestros y posible uso para medidas de control del riesgo

En la literatura sobre investigación de accidentes se puede ver que la secuencia de un evento tiene una terminología propia, tal y como se puede ver en la figura 14-2, extraída de las directrices para asistir a la implantación del Código de normas internacionales y prácticas recomendadas para la investigación de los aspectos de seguridad y siniestros y sucesos marítimos [111].

En el Código se definen los acaecimientos de un siniestro o un accidente, los factores coadyuvantes, las cuestiones en materia de seguridad y también las deficiencias en materia de seguridad:

- *Acaecimiento.- Una acción, omisión u otro evento.*
- *Acaecimiento del siniestro .- El siniestro o el suceso marítimo, o uno de varios siniestros y/o sucesos marítimos relacionados que conforman la totalidad de lo ocurrido (por ejemplo, un incendio que conduce a una pérdida de propulsión que lleva a una varada).*

- *Acaecimiento del accidente.- Un acaecimiento que se evalúa como inapropiado y de importancia en la secuencia de acaecimientos que conducen al siniestro o al suceso marítimo (por ejemplo, acción humana errónea, fallo del equipo).*

Figura 14-2. Secuencia de un siniestro [111]

- *Factor coadyuvante.- Una condición que puede haber contribuido al acaecimiento de un accidente o a empeorar sus consecuencias (por ejemplo, interacción hombre/máquina, iluminación inadecuada).*
- *Cuestión en materia de seguridad.- Una cuestión que abarca uno o más factores coadyuvantes y/u otras condiciones poco seguras.*
- *Deficiencia en materia de seguridad.-Una cuestión en materia de seguridad que conlleva riesgos, con respecto a los cuales se evalúa que, o bien son inadecuados o no existen, medidas preventivas adecuadas que tengan como objetivo prevenir el acaecimiento del accidente y/o las destinadas a eliminar o reducir sus consecuencias.*

Como se puede ver en la figura 14-2 las deficiencias detectadas durante las inspecciones se consideran una cuestión que permite detectar un “factor coadyuvante”, salvo que estas deficiencias se redacten directamente para evidenciar un factor coadyuvante y se hayan detectado a bordo, en condición operativa y puedan, por tanto, considerarse causas de un acaecimiento de siniestro (evento de accidente).

La Administración dispone, principalmente a través de las inspecciones operativas no programadas de información más cercana a los posibles factores coadyuvantes, al ofrecer una visión más real de lo que sucede a bordo frente a las inspecciones programadas.

Otro de los aspectos a considerar en los informes de investigación de accidentes es que estos informes se basan a veces en una serie de suposiciones derivadas de la falta de información [83]. Estas suposiciones se basan en una presunción razonable. El problema de los informes sobre siniestros es que a veces no llega a conclusiones firmes y en ese caso es necesario recurrir a hipótesis razonables. Así normalmente los informes contienen una serie de recomendaciones, en particular y para el caso de la tesis, que suponen una serie de mejoras de carácter normativo. En este sentido a veces los “factores coadyuvantes” forman parte de las hipótesis.

4. Vinculación entre deficiencias y árboles de fallos o causas raíz

En relación con la vinculación entre deficiencias y causas raíz de accidentes se han investigado posibles opciones pero antes es necesario considerar varios aspectos.

En primer lugar, considerando los modelos desarrollados en el capítulo 11 se podría trabajar dentro de los árboles de fallos asignando probabilidades de acuerdo con las deficiencias detectadas, de tal manera que los árboles creciesen con nuevos puntos de bifurcación y puertas lógicas hasta llevar al árbol de eventos. El problema estriba en asignar probabilidades a las deficiencias, es decir cómo a través de las deficiencias detectadas se trabaja en un árbol de fallos y se asignan las probabilidades de que un evento iniciador escale y pueda dar lugar a un accidente. Así pues echando un vistazo a los modelos de alto nivel desarrollados (basados en los informes de los accidentes) el trabajo se antoja complejo.

No obstante a lo anterior se trabajará sobre este asunto para extraer conocimiento para la etapa 3 del FSA. Uno de las conclusiones inmediatas es la posibilidad de mejorar las inspecciones por medio de cuestionarios mejor orientados.

Así, a la vista de las inspecciones realizadas, dado que muchas deficiencias corresponden a equipos, sistemas o elementos que dotan a la embarcación de una funcionalidad se van a explorar dos metodologías a las que se añadirá el elemento humano.

La primera metodología consiste en dividir la embarcación en sistemas y subsistemas. Para aquellos subsistemas para los que exista una cuestión de inspección se puede asignar un riesgo a una respuesta negativa, ya que se dispondrá de la severidad. A esto se habría de añadir una severidad por el fallo de ese elemento y una severidad de fallo de todo el subsistema, con su consecuencia basada en la base de datos histórica de accidentes. En caso de que el cuestionario haya sido elaborado pensando en los subsistemas y sistemas, y de que haya un número suficiente de respuestas para que el valor estadístico sea significativo, se podrá trabajar en esta dirección.

La segunda metodología es más ambiciosa y tiene como origen la industria nuclear. Consiste en trabajar en sistemas de mitigación y sucesos iniciadores. Para ello se supone que hay una parte del buque que tiene una serie de indicadores que vigilan la integridad de la embarcación. Esta integridad de la embarcación se basa en la fiabilidad de los sistemas que la componen. Todo lo que no se vigila con indicadores se debe vigilar mediante planes de inspección.

4.1.- Basada en una embarcación como un conjunto de sistemas y subsistemas

Para llevar esto a cabo es necesario trabajar en los modelos de alto nivel o, si es muy detallado, desarrollando modelos de bajo nivel que asumen que la embarcación es un conjunto de subsistemas. Estos subsistemas tienen componentes y los componentes son analizados por los cuestionarios, como por ejemplo: *¿El motor principal y los motores auxiliares presentan signos de pérdidas de combustible / aceite / agua? o ¿Las rutas de escape están señalizadas, libres de obstáculos y el alumbrado de emergencia es satisfactorio?.* En el primer caso si la respuesta es afirmativa existe riesgo de incendios en la cámara de máquina. En el segundo caso si las salidas no están libres de obstáculos se aumentan las probabilidades de siniestralidad al tener que evacuar la embarcación sin visibilidad dentro de la embarcación.

En general cada una de las cuestiones se debería centrar en el subsistema o en el componente como indica, de manera orientativa, la figura 14-3.

Figura 14-3. Esquema básico de un sistema de una embarcación (de alto nivel) para incorporar a los modelos desarrollados

De esta manera se podría establecer que una cuestión afecta a componentes o subsistemas. Así se puede plantear una reducción del riesgo y establecer un parámetro de reducción. Se debe por tanto asignar la severidad del subsistema y la del sistema, por ejemplo, estableciendo un sistema de ranking que se base en las consecuencias que tiene el fallo del sistema, en términos económicos o de siniestralidad detectado por esa deficiencia, o por medio de un índice de riesgo.

A los efectos de esta tesis el sistema se descarta por complejo, por lo alejado de los cuestionarios de inspección utilizados hasta el momento, no obstante queda como una vía abierta de investigación para poder diseñar cuestionarios basados en esta posibilidad y el desarrollo de modelos de bajo nivel que complementen a los ya desarrollados de alto nivel.

4.2.-Basada en el control de indicadores de inspección.

Esta posibilidad da particular importancia a los listados de inspección. La metodología está basada en el “Reactor Oversight program” [112], [113] que se ha adoptado por las Administraciones Nacionales encargadas del control de las centrales. En el sistema español se denomina Sistema Integrado de Supervisión de Centrales (SISC) [114].

El sistema se basa en un conjunto de indicadores e inspecciones mediante los cuales se vigilan unos pilares de seguridad que corresponden a áreas fundamentales¹⁶. Para la integridad de la embarcación se definirían unos pilares fundamentales que son los sistemas de mitigación y unos sucesos indicadores.

El sistema se basa en la vigilancia constante de los indicadores con la intención de que la supervisión sea objetiva. Existen indicadores que son bastante objetivos y que se basan en la fiabilidad de los componentes y sistemas. Sin embargo aquello que no puede ser supervisado con indicadores se lleva a cabo con un plan de inspección, que en una embarcación de pesca sería amplio.

A partir de los indicadores y los hallazgos de inspección se entraría en planes de acción para determinar la respuesta de la inspección de embarcaciones frente a un asunto. La respuesta puede ser progresiva o gradual, pasando de ser verde, es decir de baja importancia para la seguridad y con baja frecuencia de producir un accidente con consecuencias a una respuesta a blanca, amarilla o roja¹⁷. Si durante estas

¹⁶En centrales nucleares la seguridad, la seguridad física y la protección radiológica. En aspectos de seguridad se trabajaría en integridad de las barreras (las barreras del reactor) y preparación para la emergencia. Por analogía en una embarcación de pesca la integridad de la barrera es la integridad de la embarcación, su maquinaria y su equipo.

¹⁷ Hallazgo verde.- Un hallazgo cuya importancia para la seguridad de la vida humana o del riesgo para la embarcación es muy baja. Por ejemplo, en términos de incremento estimado de probabilidad acumulada de daño a la embarcación podría ser $< 10^{-5}$; y en términos de incremento estimado de probabilidad acumulada de fallecimiento podría ser $< 10^{-6}$

inspecciones el armador es capaz de dar soluciones¹⁸ no debería plantearse problemas por parte del regulador. Si la respuesta del armador no fuese convincente entonces se pasaría a un grado de inspección superior (de menos a más detalle) para evaluar la causa raíz.

Para poder aplicar este esquema de inspección a una embarcación de pesca es necesario determinar qué aspectos de la seguridad afectan a la embarcación y dan lugar a un fallo y a un tipo de suceso. Para ello es necesario desarrollar indicadores cuantificables que junto con los hallazgos en las inspecciones determinen si la embarcación es segura (no tiene peligro de que suceda un incidente). A los indicadores se les asignaría un parámetro que indique su relevancia. Es importante conocer si estos indicadores de fiabilidad proceden de las inspecciones o de la capacidad de respuesta que tenga la embarcación¹⁹.

En el caso concreto de la tesis se debería poder determinar cuáles son las frecuencias de aquellos eventos que den lugar a un incremento de la severidad de los indicadores y por tanto un cambio en el color del indicador y del hallazgo.

En el caso concreto de las inspecciones, cuando se detecta algo que esté mal, se debe saber si este es un hallazgo de la inspección o no. Si lo es se entra a valorar la importancia del hallazgo desde el punto de vista del color que se le asigne²⁰.

La clave es, por tanto, identificar la frecuencia de los eventos que den lugar a un tipo de suceso en una embarcación (con sus medidas de seguridad o con intervención del armador). Desde ahí se pueden establecer unos indicadores y un conjunto de criterios de valoración, con la complejidad de asimilar una embarcación de pesca a algo integral como puede ser una planta eléctrica, determinar los sucesos indicadores y los sistemas de mitigación. Una vez determinados estos definir los planes de acción para determinar la respuesta por medio de inspecciones.

No obstante, una vez examinada esta propuesta y adaptada a los pesqueros, no se consideraría factible a los efectos de la tesis sin trabajar en ella en más profundidad, pero se concluye que esta filosofía puede ser muy interesante en el futuro, primero en buques mercantes y más tarde en el resto de

Hallazgo blanco.- Un hallazgo cuya importancia para la seguridad es entre baja y moderada. Por ejemplo, en términos de incremento estimado de probabilidad acumulada de daño a la embarcación podría ser $10^{-5} \leq p < 10^{-4}$; y en términos de incremento estimado de probabilidad acumulada de fallecimiento podría ser $10^{-6} \leq p < 10^{-5}$.

Hallazgo amarillo.- Un hallazgo cuya importancia para la seguridad es sustancial. Por ejemplo, en términos de incremento estimado de probabilidad acumulada de daño a la embarcación podría ser $10^{-4} \leq p < 10^{-3}$; y en términos de incremento estimado de probabilidad acumulada de fallecimiento podría ser $10^{-5} \leq p < 10^{-4}$.

Hallazgo rojo.- Un hallazgo de alta importancia para la seguridad. Por ejemplo, en términos de incremento estimado de probabilidad acumulada de daño a la embarcación podría ser $10^{-3} \leq p$; y en términos de incremento estimado de probabilidad acumulada de fallecimiento podría ser $10^{-4} \leq p$.

¹⁸ por medio de un análisis sencillo ya que en este tipo de embarcación no se puede exigir medidas de calado.

¹⁹ con sus medidas de seguridad o con intervención del armador.

²⁰ A partir de los indicadores y los hallazgos de inspección, se entraría en una matriz de acción con la que se determina la respuesta de la DGMM frente a un armador. Esta respuesta sería progresiva y gradual, pasando de la columna de respuesta del armador, cuando todos los indicadores y hallazgos de inspección son “verdes” (significa muy baja importancia para la seguridad y está relación con una frecuencia de una consecuencia para la embarcación) a respuesta reguladora (cuando algún indicador o hallazgo entra en blanco, importancia moderada), etc.

En respuesta del armador significa que el armador con su procesos de análisis de sucesos es capaz de analizar los problemas y resolverlos, en respuesta reguladora significa que la DGMM hace inspección no programada para revisar análisis de causa raíz del armador y así sucesivamente, siendo el siguiente nivel en el que la DGMM podría hacer por sí misma un análisis de las causas.

Teniendo esto en cuenta en los indicadores de fiabilidad y en los hallazgos de inspecciones de bases de diseño, modificaciones de diseño, mantenimiento, etcétera, lo que se ve es si se han producido fallos que supongan un determinado incremento en las frecuencias de los daños a la embarcación o a las probabilidades de fallecimiento y a partir de esos incrementos se tiene un color del indicador y del hallazgo (de menos a más importantes es verde, blanco, amarillo y rojo)

embarcaciones, toda vez que se está hablando de embarcaciones que en el futuro puedan ser controladas por control remoto o con tripulaciones muy reducidas, dados los avances en sensores, materiales disponibilidad de datos, capacidad de análisis y mejora de las comunicaciones. Así esta técnica cobraría un interés especial en esos buques o embarcaciones, para los que se debe tender a la estandarización de los sistemas y equipos.

4.3. Conclusiones previas

Las hipótesis de trabajar en deficiencias en ambas metodologías dentro de los árboles de decisión desarrollados, teniendo en cuenta la base de datos de accidentes, requeriría el desarrollo de modelos más específicos. Aun así las posibilidades son limitadas porque las deficiencias detectadas corresponden a cuestiones concretas.

El uso de las metodologías aquí expuestas quedan como vías de investigación para el trabajo en diseño de indicadores de inspección (basado en un sistema complejo), o bien basado en el tratamiento de sistemas compuestos de sistemas y subsistemas.

Por tanto para continuar la evaluación del nivel de seguridad se va a proceder al trabajo de los cuestionarios de inspección como detectores de “factores coadyuvantes” en los árboles de decisión, con la intención de extraer conocimiento para dos asuntos en particular: las opciones de control del riesgo de la etapa 3 del FSA y la posibilidad de orientar la normativa hacia marcos más genéricos.

5. Integración de las deficiencias en los arboles de decisión

En el desarrollo de los modelos se pudo comprobar que dentro de un árbol “bow-tie” la parte en la que siempre se dispondrá de datos más fiables será siempre la posterior al accidente, es decir la parte que corresponde a los elementos que hace que escalen las consecuencias del accidente, por estar más cercana a los efectos. Por el contrario en un accidente la parte relativa a los peligros contará con información más escasa, por lo que será más complejo el trabajo en árboles de fallos.

El trabajo a desarrollar podría considerar en los arboles la probabilidad de que se produzca un evento como desencadenante de otro (por ejemplo el embarque de agua en bodegas como consecuencia del estado de los medios de cierre en la misma o el embarque de agua en máquinas como consecuencia del fallo de una válvula, el fallo de los medios de cierre o su falta de uso) Para esto es preferible trabajar con un grupo de expertos, aspecto que quedaría pendiente en trabajos posteriores esta tesis, por medio de análisis de identificación de amenazas (HAZID), u otras técnicas posibles.

Teniendo en cuenta lo indicado anteriormente, puede ser posible conectar las deficiencias como indicadores de factores coadyuvantes al evento iniciador de un accidente que contribuyen al fallo de una de las salvaguardas .La detección de la deficiencia en sí no es más que el hecho de que la salvaguarda se haya roto y su corrección pone, posiblemente, esa salvaguarda en funcionamiento.

La opción más sencilla y por la que se va a optar, es la de ubicar las deficiencias con sus porcentajes de ocurrencia en cada uno de los eventos correspondiente a los fallos que desencadenan el accidente. Esto permitirá determinar opciones de control del riesgo (que pueden ser mejoras). Por tanto se procede a catalogar las deficiencias y a incorporarlas en los arboles de fallos y eventos tal y como se indica a continuación. Este análisis es importante para poder calcular más tarde la efectividad de las medidas de control del riesgo. En este sentido se ha de tener en cuenta que el análisis de las deficiencias es posterior a la implantación de las medidas, por lo que no son más que indicadores de si las opciones de control del riesgo han funcionado a corto plazo.

6. Análisis de las inspecciones de pesca utilizadas para la tesis

Las inspecciones de las embarcaciones de pesca actúan en la primera parte de la cadena de acontecimientos intentando mitigar los mismos tanto en las amenazas como en las causas, como indica

la figura 14-1, pero dado que ni el doctorando ni la administración marítima (en el momento de la finalización de la fase de investigación de esta tesis) disponían de cuestionarios de inspección estándar de uso en las inspecciones regulares se ha trabajado con aquellos desarrollados para las campañas operativas.

6.1.- Antecedentes

Durante los años 2005 a 2013 la Dirección General de la Marina Mercante trabajó de manera conjunta con el Ministerio de Trabajo y el de Agricultura y pesca para determinar el estado real de la flota.

Figura 14-4. Cuestionario inspección no programada.

En el año 2005 existía una necesidad de cooperación y coordinación entre las administraciones Marítimas, Trabajo y de Pesca al estar las responsabilidades de la seguridad, higiene y trabajo, recurso pesquero repartidas en varios ministerios. Así se decidió llevar a cabo inspecciones de carácter aleatorio, que tenían la ventaja de dotar de más información a la Administración para conocer el estado real de la flota.

Las inspecciones respondían a una serie de necesidades como disminuir la siniestralidad, concienciar a las tripulaciones y al sector y finalmente para unificar criterios de inspección para mejorar la organización. Así las campañas de inspección reforzaban la labor inspectora al ser campañas adicionales llevadas a cabo generalmente en el puerto base, que dista de ser el puerto en el que se llevan a cabo las puestas en seco de los buques, por lo que la visión de la inspección cambia, al ser más operativas. El alcance fue por tipo de embarcación teniendo en cuenta parámetros como eslora, arqueo, arte de pesca, clasificación, etc...

La extensión temporal se debió a la propia naturaleza de la inspección. En realidad existían distintas combinaciones: un reconocimiento adicional fuera de las inspecciones programadas o una extensión de las inspecciones programadas. En este caso se realizó como inspecciones no programadas.

Los medios con los que se contaron fueron inspectores de distintas zonas geográficas, con formación profesional diferente, y la posibilidad del uso de la potestad sancionadora de la Administración. Los criterios se definieron de acuerdo a los objetivos y se plasmaron mediante los listados de puntos de inspección.

A la hora de tener en cuenta las inspecciones es necesario contar con que el entorno es muy complejo en el propio sector: está altamente regulado con división de funciones, por ejemplo en la formación de las tripulaciones, y obliga a una alta coordinación.

También al trabajar en una campaña se dan una serie de complejidades como uniformidad de criterio y formación de los inspectores, unido a la tensión que supone hacer varias inspecciones a un barco en un

mismo año. Además era complejo seleccionar las embarcaciones o buques significativos por las carencias de la base de datos. No obstante a lo anterior siempre aparecen nuevas posibilidades en este tipo de campañas como el potencial de desarrollar, si existiesen perfiles de riesgo adecuados, el número y alcance de las inspecciones programadas en las embarcaciones de pesca, lo cual permite depurar las inspecciones.

6.2.- Campaña en embarcaciones de pesca menores de 24 m de eslora

Durante los años 2006 a 2013 se desarrollaron un total de 1.850 inspecciones. A los efectos de esta tesis se seleccionaron un total de 736 embarcaciones de pesca de menos de 24 m inspeccionadas entre los años 2007 a 2013, lo cual corresponde en el periodo a aproximadamente un 8% de la flota nacional. Es importante destacar que desde el inicio de la campaña en 2006 hasta 2013 el porcentaje de embarcaciones con deficiencia fue reduciéndose de una manera significativa y que todas las deficiencias fueron resueltas. Así, en materia de seguridad marítima este era de un 24% aproximadamente en 2007 reduciéndose progresivamente hasta un 5% en 2013, lo cual supone una mejora considerable. En este apartado se ha procedido a subdividir las deficiencias por materias, para más adelante poderlas agrupar para su inclusión en árboles de decisión.

La evolución de las deficiencias en el tiempo fue positiva y acompañada de otras medidas implantadas en el periodo, tal y como se indicó cuando se procedió al cálculo del nivel de seguridad.

En lo relativo a francobordo, medios de cierre y estabilidad destacan una serie de aspectos interesantes:

- Prescripciones especiales sobre estabilidad, si existen, que no se estaban cumpliendo en una media del 25%. Esto implica que la estabilidad puede verse gravemente afectada en algunas condiciones de carga.
- Los medios de cierre de las superestructuras no se encontraban en buen estado en un 15% de los casos, en embarcaciones entre 12 y 15 m de eslora.
- En relación con los pesos altos se debe destacar que en embarcaciones entre 12 y 18 m de eslora el 18% no consideraban pesos altos en el libro de estabilidad cuando en realidad sí que existían a bordo.
- Los patrones no estaban familiarizados con procedimientos relativos a estabilidad en un porcentaje que oscila entre el 35%, para las embarcaciones entre 18 y 24 m de eslora, agravándose hasta más del 50% en embarcaciones de menos de 12 m de eslora.
- En las embarcaciones entre 12 y 18 m de eslora la posición de los tanques no coincidía con la indicada en el libro de estabilidad. Esto es así en un 15% de los casos en las embarcaciones entre 18 y 24 metros de eslora.
- La primera página del libro de estabilidad no estaba firmada. Dejando de lado que los patrones de las embarcaciones no tienen por qué ser los propietarios es destacable que la estabilidad no constituya, aparentemente, un aspecto preocupante para ellos, por ejemplo para conocer los límites de su propia embarcación.
- En general la deficiencia relativa a la falta de documentación a bordo era constante y sucedía en un 35% de los casos para embarcaciones entre 12 y 18 m de eslora.

De manera lógica algunas de las deficiencias descendían de manera permanente porque eran fáciles de resolver, tales como los trámites de certificados, etcétera.

A la hora de detectar este tipo de deficiencias se ha de tener en cuenta lo siguiente, que es interesante para establecer opciones de control del riesgo:

- Las inspecciones sobre estabilidad y francobordo requieren un entrenamiento muy alto.
- Las deficiencias detectadas suponen gastos económicos importantes para el armador.

- Algunas de las deficiencias son poco significativas en los porcentajes detectados, pero los buques tienen poco margen de seguridad. Esto viene reforzado por informes de la Comisión de Siniestros.

Con todo lo anterior, para todo el rango de esloras, se puede resaltar con especial atención la falta de familiarización de los patrones con los procedimientos de estabilidad asociado a la falta de reconocimiento y uso del libro de estabilidad. Esto se conecta a la falta de cumplimiento de las prescripciones especiales de estabilidad y a una desalineación entre los pertrechos de pesca permitidos y los que realmente van a bordo (que con mucha frecuencia son más pesados). Destacaban las obras no autorizadas llevadas a cabo en las embarcaciones entre 12 y 15 m de eslora y la falta de familiarización con los procedimientos de estabilidad. Estas deficiencias tienen especial relevancia en los modelos de hundimiento y escora por sus altos PLLs.

En relación con el salvamento y contraincendios se podía destacar que:

- Las anotaciones de los ejercicios no se llevaban a cabo en un número importante de ocasiones, aproximadamente un 40%. Esto se liga a la falta de cultura de seguridad y es un indicador de que no se hace ningún tipo de ejercicio. En embarcaciones menores la tasa era mucho más alta si bien para estas embarcaciones este aspecto no está legislado.
- El número de personas a bordo sobrepasaba el indicado en el certificado de navegabilidad y el certificado de seguridad, si bien en embarcaciones de pesca este asunto no suele revestir especial importancia en aspectos de estabilidad.
- Existía una falta de conocimiento de los procedimientos de emergencia de los cuadros de obligaciones, de haberlos a bordo, en un 25% de los casos. Tampoco estaban presentes los cuadros orgánicos en un 35% de los casos.
- Existía una ausencia de planos contraincendios en estas embarcaciones en un 25% de los casos y planos de salvamento a bordo.
- Había obstrucciones en las vías de escape o las deficiencias tales como la iluminación. Esto afectaba a un 25% de las embarcaciones.
- Las tripulaciones no estaban preparadas a hacer frente a incendios, de una manera notable y en menor medida para el salvamento. Esto suponía que en los diagramas de identificación de las amenazas las probabilidades de que un evento escalase hacia un accidente grave eran elevadas. Esto denotaba un claro problema de formación.

En general a la hora de detectar este tipo de deficiencias es interesante, a la hora de establecer opciones de control del riesgo, considerar que:

- Las deficiencias detectadas suponían gastos económicos poco importantes para el armador.
- Algunas de las deficiencias eran poco significativas en porcentajes detectados pero las embarcaciones de pesca se mueven en márgenes de seguridad estrechos y esto venía apoyado por informes de la Comisión de Siniestros.

Estas deficiencias, en particular las de salvamento, se asocian a todos los accidentes ya que afectan a todos los árboles de eventos en los casos en los que se produce una pérdida total y la embarcación se ha de abandonar, con lo cual redunda en el PLL conjunto. Por el contrario las de contraincendios corresponden a PLLs bajos.

En relación con los aspectos de casco, maquinaria y electricidad merecía la pena destacar lo siguiente:

- La no entrada automática del alumbrado de emergencia en el 25% de los casos.
- Cuadros eléctricos no rotulados en un 25% de los casos. En general las deficiencias detectadas en estas inspecciones relacionadas con estos aspectos eran preocupantes.

- Calentamiento excesivo en cámaras de máquinas en un 30% de los casos. Este asunto se asocia a la posibilidad de dejar abiertos los espacios de máquinas para mejorar la ventilación, lo cual supone aumentar los puntos de inundación en la máquina.
- Uniones de tuberías o ventilaciones cerca del cuadro eléctrico que podían ocasionar daños al cuadro en un 60% de los casos.
- Modificaciones no autorizadas en un 17% de los casos, predominando en embarcaciones menores.
- Conexiones directas pozos de achique de bodegas con cámaras de máquinas en más de un 50% de los casos.
- Certificaciones de máquinas sin dotación permanente no existentes en un 40% de los casos.
- Varias de las deficiencias permitirían, por tanto, una inundación progresiva de la embarcación en el caso de accidente (se hace notar que las embarcaciones de pesca no tienen por qué sostener averías).

Estas deficiencias se asocian a varadas/vías de agua principalmente y a incendios/explosiones con PLLs bajos.

En relación con la seguridad de la navegación destacaba que:

- Existía una falta de señalización del equipo importante en donde se encuentra ubicado el material náutico, con más de un 50% de los casos.
- Existía información insuficiente en relación con el reglamento de abordajes en un 35% de los casos.
- Se disponía de publicaciones náuticas insuficientes para las mareas que se realizan en un 30% de los casos.
- No se disponían de carteles en relación con los procedimientos radio en un 50% de los casos.

Como conclusión se puede indicar que si bien la pesca es una actividad que se lleva a cabo en zonas muy conocidas por los patrones, muchas veces faenando en grupos o la vista unos de los otros, y siendo las embarcaciones de pequeño tamaño, existen incumplimientos de seguridad relativos a la navegación. Se puede comprobar que el alto índice de deficiencias también está asociado a una frecuencia que conlleva a pérdidas económicas importantes en caso de accidente, si bien para este tipo de accidentes (p.ej. colisión) los PLL son prácticamente nulos.

7. Categorización de las deficiencias e incorporación en los modelos de alto nivel

Una vez estudiadas las deficiencias, éstas se han procedido a agrupar. Para ello se ha tenido en cuenta el impacto que pueden tener como factores coadyuvantes y la severidad de las deficiencias, que es mayor a medida que se encuentran más alejadas en el árbol. Es por ello que, si bien no aparecen conectadas en el árbol de fallos en la parte previa al evento, no se puede descartar su vinculación a la causa raíz de los accidentes. Se han destacado aquellas que tienen porcentajes altos de incumplimiento.

Uno de los aspectos a tener en cuenta en el análisis es que hay pasos en el árbol de fallos para el que no existen cuestiones, por ejemplo la fatiga, el mal tiempo. Otro de los aspectos a destacar es la falta división entre los aspectos operativos y los aspectos constructivos o de diseño de la embarcación. En este sentido existe un margen de mejora.

Otro de los aspectos a tener en cuenta es cómo influye la operativa y las condiciones de carga en todos los accidentes. Estos aspectos se han considerado en el diseño de los árboles de eventos de los modelos con lo que se podrá ver el impacto en las consecuencias.

7.1 Modelo de hundimiento y escora

Al incorporar las deficiencias en el árbol de eventos, tal y como se puede ver en la figura 14-5, se puede concluir claramente que éstas se centran casi en su totalidad en la parte operacional y las condiciones de carga. Esto indica que en el árbol de eventos cualquier deficiencia anterior, por ejemplo relativa a falta de cierres que pueda iniciar un evento de hundimiento tiene un efecto en las consecuencias posteriores. Es interesante indicar que en el desarrollo de las inspecciones el número de deficiencias relativas a condición de carga y estado operacional son más altas. Estas deficiencias no hubiesen sido fácilmente detectables en inspecciones programadas. A destacar, en particular, la inundación progresiva por tuberías en cámara de máquinas y los medios de cierre a efectos de KNs, que son un factor coadyuvante. En el caso del árbol se destaca claramente el tema de pesos u obras no autorizadas y desconocimiento de los libros de estabilidad, que van a la causa raíz del problema del hundimiento.

Figura 14-5. Modelo de hundimiento

En relación con este tipo de accidentes se ha de tener en cuenta el alto número de colisiones que se reportan habitualmente. Como en el apartado anterior, la condición de carga y el estado operacional contribuyen a la extensión del daño y a las consecuencias, pero a diferencia del anterior la clave está sobre manera en las circunstancias que han rodeado el incidente. Tal y como se confirmó en el capítulo 11 el error humano destaca y se asocia a la inexistencia de documentación a bordo tales como manuales de mantenimiento o a las anotaciones. Esto indica una falta de familiarización con las emergencias además de que las posibilidades de que el evento escale y se haga más grave, es decir que lleve a un suceso de accidente. Así, por ejemplo, en relación con la colisión, en caso de que fallen los motores, se ha detectado que las embarcaciones no cuentan con un control de emergencia para el equipo propulsor en cámara de máquinas, lo cual supone que en caso de fallo maniobrar el buque es más complejo, lo cual redundará en un aumento del riesgo de colisión y también de varada. La figura 14-6 contiene el modelo.

También en este tipo de accidentes es relevante el poco uso de la radio y sus procedimientos. Ello redonda de nuevo en la falta de comunicación que da lugar a los accidentes. En este sentido todo lo que se detecta para los accidentes de colisión tiene que ver con una falta de cultura de seguridad.

7.3. Modelo de varada/vía de agua.

En este árbol de decisión se han incorporado las deficiencias como se puede ver en la figura 14-7. Las conclusiones son similares a lo anteriormente indicado para colisiones. En este caso en particular la gestión que se haga de la estabilidad es clave. Dado que las embarcaciones de pesca no están diseñadas para soportar averías cualquier vía de agua en el casco es crítica para garantizar la flotabilidad y la estabilidad. En las embarcaciones de pesca (distintas de las que no tienen cubierta) el casco está normalmente compartimentado en varias zonas: un pique a proa (que puede ser también un pañol o espacio de descanso), una bodega y un espacio de máquinas. El hecho de tener una avería en un compartimento (exceptuando máquinas) podría mantener la embarcación a flote, pero es en este caso donde las condiciones de carga y estado operacional pueden agravar los efectos del accidente. Las posibles medidas de control del riesgo irían muy posiblemente asociadas a la mejora de la cultura de la seguridad y lo mismo que se indicó en relación a los hundimientos.

También es relevante en este tipo de accidentes la carencia de publicaciones náuticas, si bien aún en caso de que se dispongan de estas publicaciones, el estado de inspección de los barcos denota su poco uso. En este sentido hay aspectos que se detectan en los accidentes con varada que tienen que ver con una falta de cultura de seguridad.

Figura 14-7. Modelo de varada/vía de agua

En el caso de incendio las deficiencias están conectadas al árbol de decisión como indica la figura 14-8.

Destaca el sobrecalentamiento de la máquina en el árbol de fallos con deficiencias. Desde el punto de vista de la planta eléctrica también destacan las deficiencias relativas a ventilación de las baterías, junto al problema de diseño, debido al poco espacio del que se dispone en estos buques, que obliga a que tuberías, tanto de ventilación como de otros fluidos pasen cerca de los cuadros eléctricos. Esto aumenta el riesgo de incendios. En relación con la habilitación, si bien no se reflejan deficiencias, el estado de la cocina es un aspecto altamente preocupante, que ha dado lugar históricamente a explosiones e incendios.

En este diagrama de flujo es importante notar las deficiencias asociadas a la extensión del daño de un posible incendio. Las deficiencias en esta parte del diagrama denotan una preocupación especial por parte de las administraciones.

En relación con las pérdidas de aceite se hace notar que las cámaras de máquinas de los pesqueros presentan más pérdidas de aceite que las de los buques mercantes, aunque las cantidades son mucho menores. Esto aumenta el riesgo de incendios.

Como conclusión de lo anterior se puede ver que las cuestiones se centran principalmente en el árbol de eventos, más que hacia el árbol de fallos y por tanto alejados de la causa raíz. Por ello existe un susceptible margen de mejora para conocer los problemas en el origen.

8. Distribución de las deficiencias dependiendo del lugar de inspección.

Para poder entender si las deficiencias no están afectadas por la forma en la que se ha inspeccionado la embarcación, en particular por las capitanías marítimas y determinar si los aspectos destacados en el epígrafe 6 son generales se ha procedido a analizar las áreas de las deficiencias por Capitanía. Por motivos de confidencialidad no se va indicar en la tesis los resultados de manera individual sino solamente intentar establecer relaciones. Así se observa que:

- Las deficiencias relativas a estabilidad varían por capitanía marítima entre el 7% y el 61% en la muestra de buques inspeccionados, con un 24% de buques con deficiencias.
- En relación con el francobordo las deficiencias varían por Capitanía entre el 21% y el 3%, con un 9% de embarcaciones con deficiencias.

Esta dispersión tiene que ver con el alto grado de especialización necesario en los inspectores para poder detectar las mismas, lo cual no está siempre disponible, pero puede que redunde en los resultados.

- En relación con la certificación la dispersión varía entre el 21% y el 2%, con un valor medio de 12%.
- En relación con los diarios de navegación la dispersión varía entre el 83% y el 13%. En este sentido, a los efectos de la tesis, no se va a considerar una medición inconsistente.
- En medidas de salvamento los buques con deficiencias oscilan entre un 50% y un 10% con una media del 27%. En contraincendios entre un 25% y un 5% con un valor medio de 13%. Estas deficiencias son más fáciles de detectar durante las inspecciones.
- En casco los porcentajes oscilan entre el 11% y el 33% con un valor medio del 30%, en maquinaria entre el 34% y el 45% con un valor medio del 41% y en electricidad entre el 7% y el 31% con un valor medio del 18%.

Las frecuencias siguen una distribución normal en la mayor parte de los casos como se puede ver en las figuras 14-9, para estabilidad y 14-10 para francobordo, que se acercan bastante a una línea recta. Esto significa que estos dos aspectos, muy sensibles, se acercan bastante a una distribución normal teórica.

Figura 14-9. Gráfico de probabilidades esperadas y obtenidas de deficiencias de estabilidad

Figura 14-10. Gráfico de probabilidades esperadas y obtenidas de deficiencias de francobordo

Dado que el número de siniestros es menor que el número de inspecciones se va a proceder a llevar a cabo un análisis comparado por medio de “clústeres”. Este permite determinar si a los modelos se les pueden atribuir factores coadyuvantes significativos, en caso de que los cuestionarios estuviesen diseñados para identificar estos, y si los modelos puedan vincularse de una manera más efectiva a las deficiencias. El resultado se puede observar en las figuras 14-11 y 14-12, en la que a cada Capitanía Marítima se le asociaría un círculo con un color.

En la figura 14-11 se compara estabilidad, francobordo y casco y equipos, que son deficiencias asociadas a aspectos claramente de ingeniería naval. En el diagrama se puede observar que existen ciertos agrupamientos, por ejemplo, a un nivel bajo de deficiencias de francobordo le corresponde un nivel bajo de deficiencias de estabilidad. En relación a casco y equipo vs estabilidad o casco y equipo vs francobordo existe cierta alineación, aunque las deficiencias de casco y equipo son más constantes para todas las capitanías que las de estabilidad. Esto último denota que la experiencia en materia de estabilidad es esencial para inspeccionar estas embarcaciones, lo cual podría redundar en opciones de control del riesgo basadas en estas materias. Del mismo modo se puede ver que para las deficiencias de casco y equipo existe un grado de armonización importante.

Figura 14-11. Comparación de deficiencias por pares por capitanías marítimas para francobordo, estabilidad y casco y equipo

En la figura 14-12, por el contrario, se comparan maquinaria, salvamento, equipos de navegación y elementos contraincendios, observándose los siguientes patrones. Destaca lo siguiente:

- Pocas deficiencias en salvamento se asocian a pocas deficiencias en contraincendios con lo que existe una correlación en las inspecciones en casi todas las zonas.
- En relación con el equipo de navegación y los elementos de salvamento existe una dispersión muy amplia.
- En relación con los equipos de navegación y los equipos contraincendios las correlaciones son bajas.
- En relación con los equipos de navegación y la maquinaria las deficiencias en maquinaria se mantienen constantes para todos los niveles de deficiencias en equipos de navegación y existe una correlación casi vertical u horizontal. Este aspecto es bastante similar a lo que se han indicado anteriormente para la estabilidad. Existe una dispersión muy grande en las deficiencias de salvamento y equipo frente a maquinaria. Esto indica que existe una gran armonización en lo relativo a la inspección de las máquinas, pero también una dispersión importante en las deficiencias de contraincendios y equipos, por lo que es necesario una mayor armonización. En relación con este asunto el bajo PLL de incendios y explosiones hace complejo el desarrollo de opciones de control del riesgo.

Figura 14-12 Comparación de deficiencias por pares por capitanías marítimas para salvamento, contraincendios, maquinaria y equipos de navegación.

Estas discrepancias en los clústeres denotan también que para hacer un uso efectivo de las inspecciones para reducir los siniestros no solamente es necesario mejorar los cuestionarios (haciéndose más orientados a detectar factores coadyuvantes o causas raíz) sino que es necesaria una labor formativa en los inspectores y trabajar en notas explicativas detalladas, a los efectos de conseguir cierta armonización en los resultados.

Por tanto al considerar las deficiencias en el conjunto nacional el resultado, se puede hacer más predecible. Teniendo en cuenta la dispersión que existe en francobordo y estabilidad por regiones y el

análisis de clústeres realizados se puede inferir que los otros tipos de deficiencias seguirían una distribución normal observada y esperada similar a la de las figuras 14-9 y 14-10.

9. Conclusiones

En relación con el examen de las deficiencias de las inspecciones no programadas, que son consideradas como elementos que detectan factores coadyuvantes para los accidentes se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Los cuestionarios sobre embarcaciones de pesca analizados en este capítulo se utilizan con la idea de plasmar la situación de las embarcaciones de pesca cuando se hacen inspecciones no programadas. La situación que reflejan los cuestionarios proporcionan una foto fija más real que la que dan las inspecciones programadas y permiten extraer conocimiento.
- Es necesario definir objetivos y estrategias de largo alcance sobre las inspecciones no programadas o campañas concentradas a las embarcaciones de pesca, por la gran fuente de información que representan.
- El trabajo con cuestionarios de inspección más detallados y orientados a la prevención de accidentes supondría una mejora para todo el sistema de seguridad de las embarcaciones de pesca.
- A la vista de los cuestionarios examinados se concluye que es importante trabajar con preguntas más precisas y orientadas a factores coadyuvantes para poder alimentar los árboles de fallos. Esto exige el desarrollo y aplicación de una metodología detallada. En este capítulo se han planteado dos posibles metodologías que abren las puertas a futuros trabajos. Con ello un cuestionario de deficiencias debe diseñarse no solo para detectar fallos, sino también para ayudar a identificar elementos que estén en la causa raíz de los accidentes.
- Sería posible, aunque más costoso, trabajar en aspectos concretos y no en inspecciones tan extensas que no permiten extraer más datos. Esto permitiría poder trabajar en modelos con probabilidades reales.
- De los resultados de las inspecciones aleatorias se deduce una falta importante en cultura de seguridad. Así un número elevado de deficiencias se asocia a falta de conocimientos en distintos ámbitos, lo cual disparará las amenazas al producirse un fallo en las salvaguardas.
- Las inspecciones relativas a francobordo y estabilidad requieren conocimientos especiales. Después de un accidente (sea colisión, escora, varada, vía de agua e incendio/explosión) es muy importante la estabilidad de la embarcación, ya que es la plataforma en la que estará la tripulación. Dados los altos PLLs obtenidos en los capítulos 10 y 12 merecería la pena estudiar de una manera más detallada el modelo de alto nivel para su mejora e integración con modelos de bajo nivel.
- En línea con lo anterior en este análisis de inspección se destaca que una parte muy importante de las deficiencias se centran en aspectos que indican que la estabilidad de las embarcaciones tiene carencias importantes en la parte humana y en la integración consiguiente de la tripulación en la embarcación.
- Aunque existe dispersión en los resultados de las inspecciones al agrupar por esloras se podría trabajar en aspectos de estabilidad y francobordo para abordar análisis HAZID en un FSA diseñado al efecto.
- A la vista de las deficiencias detectadas se pueden intuir posibles medidas de control del riesgo basadas en aspectos de estabilidad.

15. ESTUDIO DE LAS DEFICIENCIAS DETECTADAS EN LAS INSPECCIONES DETALLADAS SOBRE ESTABILIDAD DE LA FLOTA PESQUERA. CONSTRUYENDO LA ETAPA 3 DEL FSA

Objetivos

Teniendo en cuenta los altos PLL en accidentes por hundimiento y escora y el alto número de deficiencias detectadas en el capítulo anterior relativas a estabilidad, este capítulo pretende ganar más conocimiento sobre estos accidentes para poder mejorar los modelos de alto nivel, así como poder desarrollar opciones de control del riesgo más cercanas a la causa raíz en la etapa 3 del FSA. Para ello se analizarán los resultados de las campañas de inspección diseñadas por el doctorando en embarcaciones de pesca.

1. Introducción

Como se ha visto en los capítulos anteriores y derivado de los accidentes, la escora y el hundimiento suponen un porcentaje muy importante de los accidentes y de altas frecuencias de fallecimientos. En este sentido se quiere hacer notar que el estudio de la base de datos de accidentes no descarta los “outliers”, dado que es un proceso cuantitativo completo. Es decir no se eliminan accidentes aparentemente anormales, como los sucedidos durante el periodo 2004 a 2007 [116], que ya han sido tratados en otras tesis porque tienen probabilidades de que sucedan y contribuyen al PLL.

En el capítulo anterior se examinaron, entre otras, las deficiencias relativas al embarque de agua y estabilidad y se conectaron en los modelos. Se comprobó que la condición de carga y el estado operacional de la embarcación son relevantes durante un siniestro y condicionan consecuencias como la pérdida total de la embarcación.

Dado el alto PLL asociado al hundimiento derivado de los accidentes sucedidos en el periodo 2004-2007, además de las inspecciones no programadas indicadas en el capítulo anterior se consideró necesario estudiar la estabilidad y el francobordo a través de inspecciones concentradas de embarcaciones en el rango de 12 a 24 m de eslora. El objetivo es el de ganar aún más conocimiento para intentar llegar a la causa raíz de los accidentes y poder establecer opciones de control del riesgo.

Estas campañas de inspección fueron diseñadas por el doctorando a tenor de los accidentes sucedidos en las embarcaciones de pesca desde 12 m de eslora entre los años 2004 a 2008, una vez estudiadas las deficiencias de las inspecciones operativas y los informes de los siniestros más relevantes durante los años 2000 a 2008.

En este capítulo se quiere profundizar en algunas de las deficiencias encontradas, que fueron posteriormente rectificadas, para establecer opciones de control del riesgo en la etapa 3 del FSA así como indicar cómo mejorar los modelos.

2. Campañas concentradas de inspección

La campaña concentrada de inspección se centró definitivamente en aspectos de estabilidad (peso en rosca, peso de las artes, etc...) y francobordo, con una acción concreta en la estiba de las embarcaciones de supervivencia, sobre una muestra final de 56 buques de los 100 propuestos en dos campañas de inspección.

El alcance de cada una de las inspecciones fue muy detallado y llevó asociado cálculo (estimación) del peso en rosca y cálculos de estabilidad por medio del programa Maxsurf. Los informes posteriores fueron desarrollados con el mismo patrón, introduciendo ligeras mejoras en los cálculos hidrostáticos, estimación de pesos de artes, etcétera.

El alcance de la campaña fue determinar los aspectos indicados en la tabla 15-1.

Tabla 15-1. Campaña concentrada estabilidad y francobordo de pesqueros

Detalle	Detalle	Detalle	Detalle
1 Estudio de la variación del rosca (umbral de desvío máximo del 10%)	5 Estudiar los planos, Buscar posibles errores en la disposición general, tanques comunicados o mal situados	9 Detectar obras de reformas no declaradas	13 Estudio de las portes de descarga tanto en dimensiones como en estado operativo
2 Estudio de la variación de efectos de pesca con efecto desfavorable	6 Medir marcas de calado: posicionado o inexistentes	10 Estudiar el disco de francobordo (determinar si está o no sumergido de acuerdo a su posición reglamentaria)	14 Estudio de los umbrales s en accesos y puntos de inundación y estanqueidad de medios de cierre
3 Determinar la ocupación irregular o no pique de proa y otros tanques	7 Determinar si a tenor de lo anterior es necesario un nuevo libro de estabilidad	11 Estudiar el disco de francobordo (determinar si debe existir o no de acuerdo a la legislación vigente)	15 Análisis de las formas del buque frente al plano de formas del libro de estabilidad
4 Determinar las sondas de tanques: si son erróneas o dudosas	8 Determinar si a tenor de lo anterior es necesaria una nueva Experiencia de Estabilidad	12 Estudiar el disco de francobordo (determinar si debe existir o no de acuerdo a la legislación vigente) francobordo alterado en su posición	16 Estiba de la pesca a bordo

Además del uso de programas de estabilidad se procedió al examen en particular por medio de láser de las formas de cinco embarcaciones como las de la figura 15-1, al objeto de comprobar si existían discrepancias entre el diseño y la realidad por medio de una metodología desarrollada por el Área de Tecnología y Apoyo Técnico de la Dirección General de la Marina Mercante [117].

Figura 15-1: Nube 3D obtenida con láser de medio buque [117].

Los resultados que se desprenden de la Campaña fueron los siguientes:

- En un 60% de los casos el peso en rosca era un 10% mayor de lo indicado en el libro de estabilidad. Este peso en rosca se asocia a deficiencias graves en el libro de estabilidad y en las condiciones de carga. Esta deficiencia es aplicable, principalmente a palangreros o a los cerqueros.
- En un 45% las artes de pesca tenían pesos más altos de lo aceptado por el libro de estabilidad. En el caso de las embarcaciones de palangre no es un problema particularmente grave, pero en el caso de las embarcaciones de cerco, dada su configuración con estiba de las artes en popas abiertas, el problema era relativamente importante. El peso de las artes de pesca mojadas es aún mayor y potencialmente obstruye las portas de desagüe.
- En un 52 % de los casos las embarcaciones tenían una ocupación irregular del pique de proa, lo cual suponía que las embarcaciones llevan agua o combustible en estos espacios, aumentando el riesgo de derrames en caso de llevar combustible y disminuyendo la flotabilidad de la embarcación en caso de llevar agua. Dejando de lado el aspecto de la contaminación por hidrocarburos la flotabilidad del barco disminuye.
- En un 30% de los casos se detectó que las sondas de los tanques eran erróneas. Esto suponía que los patrones no podían calcular las capacidades de acuerdo los libros de estabilidad ni que conocían exactamente las cantidades de combustible disponible a bordo.
- En un 35% de los casos los tanques que aparecen en los planos de disposición general eran erróneos, es decir no se encontraban ubicados donde se indicaba o tenían un tamaño distinto. Esto va asociado al apartado anterior.
- En relación con las marcas de calado se obtuvo un 27% de deficiencias debido a discrepancias. Esto se asocia posiblemente a posiciones incorrectas del disco de francobordo, incluyendo la necesidad de dar menos calado.
- Se detectaron obras de reforma no declaradas en un 25% de los casos. Estas reformas de los buques se efectuaron en zonas altas, afectando a la estabilidad.
- El disco de francobordo se encontró sumergido en un 15% de los casos, inexistente en el 5% y alterado en su posición en un 25% de los casos. Del mismo modo los discos de francobordo alterados disminuyen la flotabilidad de la embarcación.
- Finalmente en el 83% de los casos las portas de descarga se encontraron obstruidas, o son escasas.
- En el 30% de los casos los umbrales de las puertas eran erróneos. Este aspecto era especialmente preocupante en los palangreros donde las protecciones para trabajo dan una falsa sensación de protección ante embarques de agua en zonas de bodegas o cámara de máquinas, agravadas con que en algunos casos se encuentran abiertas
- En el 21% de los casos las formas eran dudosas o erróneas

Las deficiencias fueron resueltas. Dado que las inspecciones se llevaron a cabo durante dos periodos se pudo comprobar en general consistencia en los resultados. Los porcentajes de deficiencias en el primer y segundo periodo de campaña se muestran en la figura 15-2²¹.

²¹ En la gráfica aparece: en abscisas el ítem de deficiencia, que se corresponde con la siguiente tabla, y en ordenadas el porcentaje de embarcaciones con deficiencia sobre la muestra inspeccionada.

Figura 15-2. Porcentajes sobre las embarcaciones inspeccionadas (%) de deficiencias (éstas en número correlativo a la tabla 15-1)

3. Análisis de las deficiencias dentro de los árboles de eventos

Al analizar el impacto de las deficiencias se tiene en cuenta cómo se posicionan estas en los modelos. La condición de carga es importante pero solamente desencadena el siniestro si hay una causa raíz. La existencia de estas deficiencias suponen factores coadyuvantes, tal y como se vio anteriormente en los modelos de hundimiento, varada vía de agua y colisión.

3.1. Condición de carga.

El desvío del peso en rosca era grave ya que desvirtuaba la estabilidad de la embarcación y hacía cualquier medida de control a bordo menos útil, con un desvío en el 60% de las embarcaciones. Conectado con este asunto aparecen marcas de calado erróneas, aunque estas no eran obligatorias en los reglamentos anteriores a los del Real Decreto 543/2007. Coincidiendo con lo anterior destacaba el excesivo peso de las artes de pesca con respecto a lo indicado en el libro de estabilidad, en un 45% de los barcos inspeccionados.

En relación con el peso en rosca los resultados obtenidos de las estimaciones que se llevaron a cabo durante la campaña, indicaba la tendencia al “engorde de los barcos”, es decir al aumento del peso en rosca, en especial durante los primeros años. En experiencias de estabilidad requeridas posteriormente se confirmó este extremo.

Es necesario considerar que las estimaciones realizadas para la campaña de inspección fueron realizadas teniendo en cuenta que los barcos estaban en condiciones operativas²². Derivado de estos desvíos se llevó a requerir un libro de estabilidad nuevo y las experiencias de estabilidad. También la disposición incorrecta de los tanques de combustible en la disposición general altera sustancialmente la estabilidad lo cual influye en los hundimientos de los buques una vez que se haya desencadenado el evento.

²² El hecho de no contar con marcas de calado (o la posibilidad de que estén mal posicionadas) y de que hubo que estimar pesos podría haber inducido a error. No obstante en post-análisis realizados, posteriormente contrastados con los resultados de las experiencias de estabilidad derivadas de estas inspecciones y comprobaciones de marcas de calado, indicaron que las estimaciones eran inicialmente buenas.

En relación con el peso de las artes el problema era que éstas constituyen partidas que se basaban en la simple estimación del armador y su valor se le indicaba al ingeniero para tenerla en cuenta en los cálculos de estabilidad. Esto daba lugar a incertidumbres. Un problema a añadir en la consideración de las artes de pesca, en particular en las embarcaciones de cerco, se debía a que éstos realizan sus viajes entre puertos base entre campañas transportando todos los juegos de artes de pesca en la cubierta, lo cual introducía un peso alto en posición y magnitud que perjudicaba seriamente la estabilidad y el francobordo.

La estimación de un peso estándar de artes de pesca es compleja y suele llevar a desvíos importantes, no obstante se realizó una estimación en base al número de paños comparándolas con las artes que fueron efectivamente pesadas. En general se recomendó el pesado real de las artes de pesca en báscula excepto para aquellas artes que ofrecieran pocas dudas a la hora de su estimación.

Se contactó al Ministerio de Pesca y Agricultura al objeto de conocer los controles que realizan pero no es posible conocer el peso de las artes a través de una manera sencilla. Del mismo modo se habló con fabricantes de paños, cordeleros y astilleros sin obtener resultados satisfactorios por lo que la solución parece ser la del pesado directo de redes para elaborar una base de datos propia.

3.2 Dimensiones de la embarcación y francobordo

En relación con las condiciones de carga las discrepancias en las dimensiones de la embarcación y las formas constituyen aspectos delicados, dada la relativa dificultad en su comprobación y los problemas que acarrea el incremento de arqueo.

La comprobación real de formas solamente se pudo hacer en seco si bien visualmente, en algunos casos, las formas de las popas indicaban algún tipo de alteración. Se solicitó la comprobación de formas en caso de dudas que se llevó a cabo por métodos tradicionales pesos, niveles y cinta métrica así como mediante laser, para trabajar posteriormente en un programa de estabilidad, como se puede ver en la figura 15-3 La variación de las formas implicó modificaciones en el arqueo y las características hidrostáticas de la embarcación.

Se hace notar que estas variaciones correspondieron a todos los materiales del casco, excepto a madera, para las embarcaciones investigadas. En un caso particular se investigaron otros 20 buques de dimensiones similares fabricados en plástico reforzado con fibra de vidrio.

Figura 15-3. Formas obtenidas desde laser. Fase de comparación con plano

En relación con el disco de francobordo y la estabilidad se hace notar que la asignación de disco se efectuaba en embarcaciones de pesca anteriores a las del RD 543/2007 a partir de un tonelaje de 25 GT, y se mantiene en buques existentes. La asignación definitiva se debe hacer una vez se conozca si la estabilidad del buque va a penalizar el francobordo, pero no siempre es el caso. A veces se asigna el francobordo, pero no se corrige por estabilidad, por lo que el disco debería estar más bajo. En unos casos las dimensiones de la obra viva, superiores a lo indicado en los planos del barco, hacía que este disco quedase por debajo del agua aunque se asignara correctamente en distancia desde la cubierta. En otros casos había sido borrado y pintado más alto (menos francobordo que el asignado). La casuística es muy variada en este asunto.

La muestra no contenía ninguna embarcación construida con el nuevo reglamento.

3.3.- Estado operacional

Una parte importante de los barcos inspeccionados, el 30%, en particular los de pesca al día y aquellos de tamaños por debajo de los 18 m de eslora, no llevaban el pescado a la bodega cuando ese es su lugar de estiba de acuerdo al libro de estabilidad. Los patrones, en este sentido, no sabían valorar el efecto de corrimiento de la carga, en caso de que no haya subdivisión, con un efecto negativo en la estabilidad. Los diseñadores no incluyen este aspecto en sus cálculos, al ser un factor que penaliza.

3.4.- Embarque de agua.

En relación con el embarque de agua se puede inferir una contribución de los umbrales en las puertas insuficientes, así como la escasez de las portas de descarga o su obstrucción. Estas dos medidas, para embarcaciones nuevas ya estaban mejor controladas con la entrada en vigor de la normativa de inspección del RD 543/2007.

Las portas de desagüe fueron un tema recurrente en las inspecciones. Este asunto se menciona en informes de la Comisiones de Accidentes y Siniestros. Si a esto se le asocia la estiba de pertrechos, artes y pesca en la cubierta junto a las subdivisiones que construyen los armadores se añaden nuevos ingredientes para obstaculizar el desagüe.

Los armadores, por otro lado tenían una tendencia natural a cerrar las portas al molestarles la entrada de agua durante las faenas de pesca. Desconocen que es un factor a favor de su seguridad premiando el confort de no tener agua en cubierta.

4. Acciones de Mejora. Posibles opciones de control del riesgo

A la vista de los resultados de las campañas concentradas para los palangreros, y las embarcaciones de cerco y en particular para las embarcaciones de más de 12 m se apuntan una serie de mejoras que se deberían considerar como posibles opciones de control del riesgo más adelante, al acometerse la etapa 3 del FSA.

4.1.- En Normativa aplicable

Se pueden considerar las siguientes:

- Mejora en los libros de estabilidad, con información al patrón más sencilla.
- Controles del peso en rosca a los cinco años desde su construcción y posteriormente a los 10 años.
- Control de formas del buque durante la construcción, así como de la posición de la cubierta.
- Control de pesos extraños que se añadan a la embarcación durante su vida, así como de las artes de pesca
- Mejora de cálculo en las portas de desagüe.

- Mejora de los criterios de estabilidad a cumplir para barcos de eslora L mayor de 12 m obligando al estudio del viento y agua embarcada en todos los casos.
- Marcaje indeleble de marcas de calado.
- Mejoras en el certificado de conformidad (tales como inclusión de asignaciones de francobordo).
- Control de las formas a las embarcaciones, medir marcas de calado y comprobación del peso en rosca antes de la emisión del certificado de conformidad.
- La posibilidad de incluir de manera obligatoria la estiba en cubierta en los cálculos de estabilidad.
- Establecer cómo las divisiones de la cubierta para estiba de pertrechos, artes y capturan afectan a la evacuación de agua en caso de embarque para introducir requerimientos normativos.
- Pesaje real de las artes de pesca. Análisis estadístico de actas de estabilidad incorporadas a la base de datos de la Dirección General de Marina Mercante, que permita establecer patrones de búsqueda de barcos objetivo de un estudio más detallado.
- Control de la estabilidad de las embarcaciones. En relación con los estudios contratados en 2005 a la empresa IMIX en un proyecto llevado a través de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales (Instalación de un aparato que calcula por medio de sensores de presión los valores GM10, GM con frecuencia de registro de datos de 10 segundos y GM900 ,GM con frecuencia de registro de datos de 900 segundos), las conclusiones fueron interesantes a la hora de plantear medidas preventivas tales como instrumentos de estabilidad o seguimiento remoto de las embarcaciones. Este aspecto tiene un potencial en el futuro de embarcaciones no tripuladas o con tripulaciones muy reducidas, además de poder disponer de un control continuo en las embarcaciones.

4.2.- En estrategia de inspección

Si bien las inspecciones aleatorias dan una imagen más real del estado de las embarcaciones de pesca y sus tripulaciones en comparación con las inspecciones programadas, la realización de campañas especiales tales como las aleatorias, operativas o concentradas se deberían entender como campañas puntuales. Suponen un desgaste por aquellos que las realizan y descontento por parte de los armadores al ser objeto de más de una inspección al año,

Si además de para el endorso y la renovación de los certificados se realizaran las inspecciones regulares de las embarcaciones en estado operativo se podría mejorar el rendimiento de la inspección, así como mejorar el conocimiento sobre las embarcaciones y asistir de manera más efectiva en la prevención e investigación de accidentes.

Es por ello por lo que del mismo modo que se hace en las inspecciones del Memorando del Estado Rector del Puerto se podrían realizar campañas concretas a las embarcaciones de pesca durante las visitas regulares a las mismas, tomando como base: la siniestralidad registrada, lo observado en las inspecciones realizadas durante el año anterior, la nueva normativa que entre en vigor

El diseño de estas “campaña específicas” podría seguir una metodología concreta y objetivos concretos. Sin embargo, a largo plazo, es más interesante el trabajo en el desarrollo de métodos de inspección que permitan ser selectivos con las embarcaciones, por medio de perfiles de riesgo, además de poder trabajar en cuestionarios en la causa raíz de los accidentes o las amenazas de los accidentes, utilizando y mejorando los modelos desarrollados.

Derivado de lo anterior se proponen otras posibles mejoras a considerar como opciones de control del riesgo, tales como:

- Mejorar la calidad de las inspecciones por medio de:

- El mantenimiento del historial electrónico de deficiencias de inspecciones del barco para que las inspecciones realizadas con las deficiencias encontradas tanto en las inspecciones regulares como en las aleatorias o extraordinarias puedan ser consultadas.
- La sistematización de las fotografías en las embarcaciones durante las inspecciones que se lleven a cabo. En este sentido es necesario:
 - Instruir sobre cuáles son las fotografías necesarias tomando como parámetros la edad del buque y el tipo de inspección (intermedia, renovación, extraordinaria).
 - Nombrar las fotografías de manera uniforme.
 - Reducirlas de capacidad y disponer de espacio para su almacenamiento en ficheros adjuntos al buque dentro del proyecto libro de buque o los medios disponibles hasta el momento.
- El desarrollo de un procedimiento simplificado para la medición de formas de buques que permita establecer un control de las formas de los barcos
- La exigencia de la presencia del director de obra en las inspecciones a las nuevas construcciones, prestando especial atención a: marcas de calado, medición del barco, sondas de tanque, portas de desagüe y otros aspectos.
- La realización de un esfuerzo especial en la supervisión del cumplimiento de la normativa durante la nueva construcción de un barco de pesca, al ser este un momento decisivo.
- El redactar una guía sobre inspecciones relativa a la estabilidad y francobordo de pesqueros de menos de 24 m de eslora y adiestrar a los inspectores en los puntos débiles.
- Realizar “auditorías” a los astilleros que deseen construir barcos de pesca para garantizar estándares mínimos. (La construcción de barcos de pesca va asociada desgraciadamente al bajo nivel de sus astilleros de construcción).
- Desarrollar nuevos criterios de estabilidad teniendo en cuenta la altura de ola y la intensidad del viento en el que puede operar el buque. Este sería un proyecto muy costoso, en el que deberían intervenir varias instituciones, una vez establecidas cuáles serían las condiciones de contorno, y los ensayos necesarios, para lo cual sería ideal realizar consultas a nivel internacional. El desarrollo de los criterios de estabilidad intacta de nueva generación pueden ser útiles pero estos no serán aplicables a embarcaciones de pesca por debajo de 24 m de eslora.
- Registrar datos sobre cuándo y dónde pescan los barcos y contrastarla con los campos de boyas para poder obtener los estados de la mar, para los barcos en concreto. Con ello se puede determinar si la embarcación está saliendo de su zona de pesca de acuerdo a los requerimientos de la DGMM además de servir de base de datos para las condiciones de mar en la generación de nuevos criterios de estabilidad.

Además de todo esto es importante desarrollar modelos específicos de hundimiento y escora mucho más avanzados, que se puedan conectar con modelos de bajo nivel.

5. Conclusiones

- Tras la realización de campañas concentradas o intensas surgen ideas que sirven para avanzar y proponer nuevos estudios técnicos que redunden en la “mejora continua” de la calidad de la flota y de las inspecciones.
- Se han propuesto acciones de mejora que pueden ser consideradas en la etapa 3 del FSA.
- Es posible que la construcción masiva de embarcaciones de pesca desde mediados de los 90 hasta mediados de los años 2000 sobrepasara la capacidad inspectora.
- Entre otras cosas el Real Decreto 543/2007 propone un marco de inspección en el que el número de visitas a las embarcaciones se reducen, pasando algunas embarcaciones a ser visitadas por los inspectores de la administración una vez cada cinco años (en el caso de las embarcaciones entre 6 y 12 m de eslora) o dos veces en cinco años (en el caso de las embarcaciones entre 12 y 24 m de eslora). Es por ello que las inspecciones regulares y no

programadas a estos barcos habrían de reforzarse y mejorarse. La información obtenida de las mismas permite, con una metodología adecuada, trabajar en la elaboración de perfiles de riesgo de las embarcaciones para hacer las inspecciones de manera selectiva

- Considerando que la labor de formación de los profesionales de la mar se sale fuera del ámbito de la labor inspectora y certificadora de la Dirección General de la Marina Mercante se pone de manifiesto que el tratamiento que se debe dar a estos profesionales no puede ser similar que el mismo que el de los demás profesionales del mundo marítimo, que operan en los buques mercantes. Es necesario trabajar coordinadamente con otras administraciones.
- Considerando los modelos de escora y hundimiento es muy importante mejorar el árbol de fallos y adquirir más información que permita establecer medidas que garanticen efectividad y reducción de siniestros.

16. ESTUDIO DE OPCIONES DE CONTROL DEL RIESGO Y SUS COSTES TENIENDO EN CUENTA LOS RESULTADOS LAS INSPECCIONES Y LOS MODELOS. CONCLUYENDO LA ETAPA 3 DE LA FSA

Objetivo

El objetivo de este capítulo es identificar de un modo más formal, así como cuantificar las medidas de control del riesgo siguiendo la etapa 3 de un FSA. Estas medidas serán posteriormente analizadas en la etapa 4 para seleccionar aquellas que puedan hacerse aplicables, concluyendo el primer análisis formal de seguridad realizado en España y el primero a nivel mundial para pesqueros.

1. Introducción

Generalmente en el desarrollo de un FSA el esfuerzo principal se debe centrar en las áreas de mayor contribución al riesgo, considerando las probabilidades de los siniestros y la severidad de las consecuencias. En este sentido es esencial conocer el alcance de las guías del FSA [3], que indican lo siguiente.

“El proceso de pensamiento estructurado para encontrar una medida de control del riesgo debe seguir una técnica (por ejemplo expresados en factores de causa, fallo, circunstancia, accidente, consecuencias) para identificar nuevas opciones de control del riesgo que no estén suficientemente controladas con las medidas existentes. Lo que es más, la lista debería introducir medidas de control del riesgo que se puedan adelantar al futuro, nuevos métodos de gestión o métodos de operación y gestión.

...

Además se dispondrán las RCOs de manera que puedan ser entendibles en relación a los costes y beneficios que resulten de su adopción y se estimarán los costes de las mismas.

...

Los costes deben ser expresados en términos de costes de ciclo de vida y pueden incluir costes iniciales, operativos, de formación, inspección, certificación, desinstalación, desguace, etc...Para los costes del ciclo de vida los costes de las medidas de control del riesgo se debe calcular el valor neto actual (net present value). Los beneficios por su parte pueden incluir reducciones en fallecidos, heridos, accidentes, etc...y un incremento en la vida media de las embarcaciones”.

En este capítulo se determinarán más formalmente las medidas de control del riesgo que se podrían implantar mediante la determinación de su efectividad y sus costes. Las estimaciones de los costes serían realizadas por el doctorando en consulta con astilleros, diseñadores, vendedores de equipos que figuran en el Anexo del capítulo 10. Para la estimación de la efectividad se consultará a astilleros e inspectores de la Dirección General de la Marina Mercante.

Una vez determinadas éstas y teniendo en cuenta las causas de accidentes de colisión, hundimiento, varada/vía de agua y explosión/incendio, y el trabajo llevado a cabo en los capítulos anteriores se calcularán en los modelos los PLL y beneficios derivados de la implantación de esas medidas en la etapa 4 del FSA para poder realizar el análisis de coste-beneficio.

2. Identificación de las medidas de control del riesgo

Son distintas las técnicas de identificación de medidas de control del riesgo que se pueden llevar cabo en un FSA. A la hora de proceder a trabajar en estas el doctorando estudió los FSA que se han presentado ante la Organización Marítima Internacional. Estas obedecen a distintas versiones de las guías de FSA [3] o documentos sobre formación para el trabajo sobre FSA [118], al mismo tiempo que se llevaba a cabo el proyecto SAFEDOR [70]. Estos procesos han ido evolucionando con el tiempo.

Se revisaron los FSA remitidos para bulk-carriers [119], [120], gaseros [121], petroleros [122], portacontenedores [123], cruceros [124], [125] o buques de carga general [126] que se centraban en áreas muy específicas de estos buques. También durante el desarrollo final de esta tesis se presentó en la Organización un FSA relativo a de estabilidad para buques de pasaje [127], [128], [129], [130], [131], que se revisó al objeto de estudiar la viabilidad de poner en práctica su metodología para pesqueros. Antes se había procedido a estudiar la viabilidad del uso de Redes de Bayes no obstante, debido a su complejidad en esta tesis, se dejará para desarrollos posteriores, alternativos a los modelos de bajo nivel [132].

2.1. Determinación de las áreas que necesitan control

Para poder determinar las opciones de control del riesgo, además del trabajo llevado a cabo en el capítulo 14 y 15 se revisaron los resultados de las etapas anteriores, identificando las áreas que necesitan más control, que son aquellas en las que la contribución para la reducción del riesgo es más importante. Estas se obtuvieron directamente del análisis de los PLLs trabajando en los dos grupos de esloras.

Destaca el hundimiento, teniendo en cuenta el resultado de pérdida total de la embarcación en un alto porcentaje de los siniestros. Para las embarcaciones desde 12 m de eslora representa el 88% de los fallecimientos con el 16% de los siniestros y para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora L el 50% de los fallecimientos con el 29% de los accidentes. Con respecto a otros tipos de siniestros, como puede ser la varada/vía de agua que también tienen altas frecuencias, estos tienen tasas menores de fallecimientos.

A la vista de los modelos también destacan las frecuencias altas en las colisiones junto con la varada/vía de agua. También se puede comprobar que, aunque los accidentes por incendio/explosión no son significativos frente a otros, las embarcaciones han quedado fuera de servicio un número elevado de días, lo cual dispara el impacto económico de estos accidentes. Este reparto de frecuencias de los modelos unido a sus efectos indica aquellos tipos de siniestros en los que se deberían centrar medidas de control del riesgo.

Las guías FSA [3] recomiendan para afrontar la etapa 3 identificar los principales riesgos que contribuyen con respecto al:

- Nivel de riesgo, considerando la frecuencia de un evento junto con la severidad de los resultados. Los accidentes con un nivel inaceptable de riesgo deben constituir el enfoque principal. En este caso, derivado del análisis, no existe ningún accidente con un nivel de riesgo inaceptable desde el punto de vista estadístico.
- Probabilidad. Se han identificado, revisando los modelos, los tipos de sucesos combinados con otros aspectos que tienen las probabilidades mayores de suceder. Las probabilidades que se desprenden de los modelos se presentan en la tabla 16-1, destacando el hundimiento y la colisión. De la información disponible en la base de datos sólo los accidentes leves de las varadas/vías de agua suceden con frecuencias mayores, siendo el resto graves o de pérdida total. Esto indica una desviación de la base de datos disponible hacia los accidentes graves, al considerar que muchos accidentes leves no son reportados a las Autoridades Marítimas.

Tabla 16-1. Accidentes con mayores probabilidades de suceder.

Tipo	eslora	zona	Cond. de carga	Estado operacional	Probab.	Consec.	Fallec.
Hundimiento	$L < 12$ m	aguas costeras	bodega con pesca/ pesca en cubierta	pescando	$6,54 \cdot 10^{-5}$	Pérdida total	Sí
	$L \geq 12$ m	mar adentro	bodega con pesca	pescando	$4,91 \cdot 10^{-4}$	Pérdida total	Sí
Colisión	$L < 12$ m	mar adentro	bodega con pesca	no pescando / impacta	$7,25 \cdot 10^{-5}$	Grave	No
	$L \geq 12$ m	mar adentro	bodega con pesca	no pescando / recibe impacto	$3,54 \cdot 10^{-5}$	Grave	No
Escora	$L < 12$ m	aguas costeras	bodega con pesca	pescando	$2,60 \cdot 10^{-5}$	Reflotado	No
Varada/ Vía de Agua	$L < 12$ m	aguas costeras	bodega sin pesca	pescando/ impacta con objeto desconocido	$4,83 \cdot 10^{-5}$	Grave	No
	$L \geq 12$ m	aguas costeras	bodega sin pesca	pescando / deriva motor/ impacta con roca	$2,35 \cdot 10^{-6}$	Grave	No
Explosión/ Incendio	$L < 12$ m	aguas costeras	bodega sin pesca	Cámara de máquinas/ medios propios CI	$6,05 \cdot 10^{-6}$	Pérdida total	No
	$L \geq 12$ m	aguas costeras	bodega sin pesca	Habilitación/ medios propios CI	$8,63 \cdot 10^{-6}$	Grave	No

Se recuerda que las probabilidades en los modelos se obtienen de los accidentes, siendo las probabilidades iniciales las que figuran en la tabla 16-2 y las probabilidades detalladas las que corresponden a los casos o suma de casos que se detectan en los modelos.

Tabla 16-2. Probabilidades asociadas a los modelos

	$L < 12$ m	$L \geq 12$ m
Colisión	$3,7 \cdot 10^{-4}$	$2,3 \cdot 10^{-4}$
Hundimiento	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$
Varada/vía de agua	$5,5 \cdot 10^{-4}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$
Incendio/Explosión	$0,4 \cdot 10^{-4}$	$0,6 \cdot 10^{-4}$
Escora	$3,3 \cdot 10^{-4}$	----

Para este aspecto destaca la baja probabilidad de fallecimientos en el caso de incendios, lo cual obedece a una frecuencia muy baja. En las embarcaciones de menos de 12 m el número de fallecimientos y por tanto la probabilidad es alta.

- Severidad. Se han identificado las áreas del modelo que contribuyen a la mayor severidad. Para determinar éstas el doctorando asignó los valores económicos de los VPF (valores de $3,01 \cdot 10^6$ € and $4,50 \cdot 10^6$ € a los fallecimientos) en las ramas de los modelos para poder estimar severidades que no se refieran exclusivamente a aspectos materiales. Así se obtienen los resultados que se indican en la tabla 16-3, de manera parecida a como se hizo con las funciones de utilidad del capítulo 13, pero sin asignar pesos. Destacan los accidentes con pérdida total asociados a

fallecimientos en hundimiento y en escora. La diferencia en estos dos tipos de sucesos se da por la posibilidad de recuperar las embarcaciones en las escoras. En relación con los incendios destaca la alta severidad si acontecen en cámara de máquinas frente a los que suceden en la habitación. En caso de los hundimientos coincide la mayor severidad con la mayor probabilidad, con las embarcaciones faenando con pesca en cubierta y bodega con pesca. Esto es un indicador de que las medidas de control del riesgo deben considerarse especialmente para estos casos por potencial impacto.

Tabla 16-3. Accidentes con la mayor severidad.

Tipo	eslora	zona	condición de carga	Estado operación./ otros	Probab.	Consec.	Fallec.
Hundimiento	$L < 12$ m	aguas costeras	bodega con pesca/ pesca en cubierta	pescando	$6,54 \cdot 10^{-5}$	Pérdida total	Sí
	$L \geq 12$ m	mar adentro	bodega con pesca	pescando	$4,91 \cdot 10^{-4}$	Pérdida total	Sí
Colisión	$L < 12$ m	mar adentro	bodega con pesca/pesca en cubierta	no pescando/ recibe impacto	$7,25 \cdot 10^{-5}$	Pérdida total	No
	$L \geq 12$ m	Aguas costeras	bodega con pesca	no pescando/ impacta	$4,96 \cdot 10^{-5}$	Avería reparable	No
Escora	$L < 12$ m	aguas costeras	bodega sin pesca	pescando	$6,25 \cdot 10^{-6}$	Pérdida total	Sí
Varada/ Vía de Agua	$L < 12$ m	aguas costeras	bodega sin pesca/deriva motor	impacta con roca	$2,75 \cdot 10^{-5}$	Pérdida total	Sí
	$L \geq 12$ m	mar adentro	bodega con pesca/no deriva	vía de agua	$2,08 \cdot 10^{-6}$	Pérdida total	No
Explosión/ Incendio	$L < 12$ m	aguas costeras	bodega sin pesca	cámara de máquinas/ medios propios CI	$6,05 \cdot 10^{-6}$	Pérdida total	No
	$L \geq 12$ m	mar adentro	bodega con pesca	cámara de máquinas. medios propios CI	$1,15 \cdot 10^{-5}$	Pérdida total	No

- Fiabilidad, identificando las áreas en las que el modelo tiene incertidumbre considerable en cuanto a riesgos, severidad o probabilidad. Estas se deben examinar para evitar errores, teniendo en cuenta que es un esquema de probabilidades condicionadas como indica la figura 16-1. En este sentido se procedió a revisar los modelos paso a paso.

Figura16-1. Incertidumbres en modelos de árbol de fallos derivados de las frecuencias.

Al contrastar el impacto económico del modelo y la severidad en cuanto a siniestros frente a la base de datos histórica los resultados son los que se presentaron en el capítulo 12, con fallecimientos en los modelos que se ajustan bien a la base de datos histórica en las curvas FN. Sin embargo, en algunos modelos en los que la base de datos tiene un número limitado de siniestros el hecho de eliminar estos de la base de datos tiene un impacto mucho mayor y los resultados que se obtienen son relativos.

En conclusión, para poder tener una indicación sobre en qué aspectos se tienen que centrar las medidas de control del riesgo a desarrollar y probar en los modelos es de destacar:

- el hundimiento, a la vista de los accidentes con mayor severidad y mayor probabilidad, centrados en control de la estabilidad.
- la escora, teniendo en cuenta los altos PLLs aunque tengan una probabilidad baja,
- la colisión en embarcaciones desde 12 m de eslora y las varadas/vías de agua en embarcaciones de menos de 12 m.
- el incendio centrado en cámaras de máquinas o en habilitaciones por sus consecuencias graves a pesar de su baja probabilidad.

2.2. Causas de los accidentes y análisis de las mismas

Las causas de los accidentes quedaron indicadas en el capítulo 11 (modelos), en particular en el apartado conclusiones, con lo que las medidas de control del riesgo se considerarán a tenor de lo allí indicado, que se reproduce de nuevo, parcialmente.

- *“El hundimiento ... Es interesante comprobar la influencia de las condiciones de carga en el accidente en particular para las embarcaciones menores, lo cual indica estiba en cubierta y posiblemente fatiga de las tripulaciones al retornar. Por tanto uno de los eventos iniciadores básicos de estos accidentes son el error de carga, lo cual supone un desplazamiento de las misma o una vía de agua (ingreso de agua), lo cual supone un defecto de estabilidad que da lugar en muchos casos a la zozobra de la embarcación y el desconocimiento de la estabilidad por parte de los patrones. Es también interesante cómo las probabilidades son altas en las embarcaciones construidas en los años 80. Uno de los problemas que se plantean en la tesis es que los siniestros de hundimiento tiene menos información asociada que el resto.*
- *Las colisiones... Se observa que hay una relación directa entre los fallecimientos y la pérdida total de la embarcación. El modelo de alto nivel se basa en el estudio de (68+46) accidentes con condiciones operacionales y la extensión del daño. Las probabilidades se basan en la investigación de los accidentes con respecto a las consecuencias del mismo, el estado operacional y la extensión del daño.*
- *Las varadas combinadas con vías de agua... Curiosamente el número de fallecidos para las embarcaciones de más de 12 m de eslora es cero, mientras que para las embarcaciones de menos de 12 m es alto (9 m en el modelo), lo cual revela que una vía de agua en una embarcación menor es muy peligrosa. La mayor parte de los accidentes suceden en rías y aguas costeras. Los accidentes por varada son generalmente leves cuando el fondo es arenosos y graves o de pérdida total cuando sucede contra una roca. Si se dan en mar abierto la frecuencia de que se produzca la pérdida total es alta. En genera el fallo humano es la causa de los accidentes en un porcentaje alto (47%) si bien también influyen los fallos en la maquinaria (31%) y el mal tiempo (18%). En lo relativo a la pérdida de vidas destaca en particular los accidentes en mar abierto y aguas costeras asociados a la pérdida total de la embarcación.*
- *El incendio y la explosión...La mayoría de los incidentes han sucedido en cámara de máquinas y en habilitación en las embarcaciones de más de 12 m de eslora en aguas costeras y mar*

adentro mientras que para el resto han sucedido en rías y aguas costeras. Las probabilidades mayores corresponden a sobrecalentamiento de los equipos y fallo del cableado en embarcaciones menores de 12 m de eslora. Para el caso de las embarcaciones de más de 12 m se debe al malfuncionamiento de las cocinas, incendios en camarotes, sobrecalentamiento de equipos y fugas de combustible...

- *El caso de la escora se ha considerado especialmente para las embarcaciones menores de 12 m de eslora.... El modelo de escora es interesante para las embarcaciones menores dado su alto índice de siniestralidad (y su alto PLL en la base de datos histórica). En la base de datos de accidentes la escora tiene particular siniestralidad en las embarcaciones de menos de 7,5 m de eslora... Para este tipo de accidentes son dos las causas esenciales: el embarque de agua y el desplazamiento de la carga. Las consecuencias son claras: la caída del hombre al agua, que es la consecuencia principal de los accidentes. Para el caso estudiado (de embarcaciones $L < 12$ m) destaca que no existe prácticamente la pérdida total de las embarcaciones y que los accidentes suceden en una gran parte en aguas costeras, donde existe una influencia meteorológica importante. Destaca el número de accidentes en condición de pescando y con la bodega vacía en aguas costeras..."*

3. Identificación de las medidas de control del riesgo

De acuerdo a las guías FSA es necesario plantear medidas de control del riesgo asumibles. A la hora de formular estas se tiene que tener en cuenta que las recomendaciones sobre seguridad deben ser dirigidas a aquellos que tengan que implantarlas, sea armadores, patrones, Organizaciones Reconocidas, Administraciones Marítimas, servicios de emergencia u Organizaciones Internacionales. Teniendo en cuenta las directrices sobre FSA *“Las recomendaciones deben estar soportadas por los hechos y el análisis de los accidentes pero, para que sean aceptables deben ser prácticas, necesarias y efectivas”* [3]. Esta tesis podrá medir todas o algunas de ellas, al llevar a cabo el análisis coste-beneficio.

Se procedió a identificar las opciones de control del riesgo teniendo en cuenta el desarrollo de esta tesis hasta este momento. Los hallazgos para cada categoría de accidente se han analizado con respecto a la muestra, la base de datos que se creó y posibles medidas de control del riesgo derivadas de lo detectado en las inspecciones.

Se procedió a analizar la influencia de las posibles deficiencias en la determinación de las RCO y el resultado de los árboles de decisión. Se consideró que aquellas medidas que ya estuviesen implantadas por la legislación vigente podrían ser tenidas en cuenta al objeto de ser mejoradas y de tener una visión de cómo estaban siendo implantadas en la flota, para poder considerar la efectividad que podrían estar teniendo en los modelos. También se tuvieron en cuenta las recomendaciones de la CIAM [133], [134], la revisión de las recomendaciones en los informes por la Dirección General de la Marina Mercante [135], y las medidas ya detectadas por el doctorando en los capítulos 14 y 15 pero no implantadas hasta la fecha (2017).

Con ello las siguientes medidas de control del riesgo se basan en los aspectos que resultaron más relevantes de acuerdo a los capítulos anteriores.

RCO 1. Mejora de la cultura de seguridad en el sector

Es un aspecto recurrente que se detecta en todos los árboles y que va asociado al factor humano. Este aspecto ya fue discutido en el capítulo 1. En este sentido se propone que se establezca un plan general para poder desarrollar programas estructurados y continuos en esta materia. Se considera que el efecto será beneficioso en todos los tipos de accidentes, a la vista de las múltiples deficiencias detectadas en las campañas especiales, en particular a la hora de prevenir las mismas y también de reducir sus consecuencias como se puede detectar en los árboles de eventos.

Si bien la medida habría sido implantada ya de manera informal (p.ej. durante las campañas “amárrate a la vida” o los seminarios impartidos dentro de Campañas interministeriales), se podría plantear una medida de carácter quinquenal que consistiría en una campaña de concienciación, unida a un gasto anual para el desarrollo de campañas concretas y formación para la difusión de las mismas. Esta medida ayudaría a que los patrones puedan llevar a cabo auto-certificaciones de las embarcaciones (consistentes en inspecciones anuales no sujetas al Vº Bº de la Administración). Esta opción de control del riesgo tiene un impacto significativo en los cinco modelos de accidentes: hundimiento, escora, colisión, incendio/explosión, varada/vía de agua.

Esta opción de control del riesgo sería aplicable a todas las embarcaciones de pesca, pero la opción se aplicará de manera separada para cada uno de los dos segmentos de esloras.

RCO 2. Realización de campañas concentradas de inspección

Derivado de lo indicado en el capítulo 14 y 15 se sugiere que las inspecciones regulares a realizar en las embarcaciones de pesca se centren en aspectos más concretos. El objeto de estas campañas, además de prevenir los accidentes, sería el de adquirir conocimiento sobre el estado de la flota además de mejorar la cultura de seguridad.

Esta es una medida de largo plazo que ayudaría a los armadores de pesca a conocer aspectos concretos en materia de seguridad en las embarcaciones, alternativamente o unido a la opción de control del riesgo anteriormente señalada. Para ello el material a entregar debe ser didáctico para los armadores y explicativo para armadores e inspectores.

En relación al enfoque de las inspecciones este dependerá de cómo se quiera realizar, esto es, si se comienza con la parte explicativa a todos los niveles o solamente a nivel de inspección, dejando la parte didáctica para el final, recomendándose un enfoque mixto. Se espera que el efecto de las mismas disminuya las deficiencias y los factores coadyuvantes, y que mejore la cultura de seguridad en todos los tipos de accidentes, que es donde se debería centrar la actuación principal.

Las inspecciones serán llevadas a cabo por la Administración, por lo que estarán sujetas a tasas de inspección.

RCO 3. Mejora de los conocimientos sobre estabilidad de los patrones

En los accidentes se ha detectado una clara componente de error humano. Es difícil de separar esta componente del diseño, pero sí se detecta falta de formación en materia de estabilidad. Si bien los conocimientos están regulados por las escuelas de formación, existe una clara desconexión entre los conocimientos impartidos y su puesta en práctica.

Es por ello que se propone formar a los patrones en activo en materia de estabilidad e impartiendo cursos de formación obligatoria en esta materia. Los beneficios serían claros en los accidentes del tipo hundimiento, varada/vía de agua y colisión. Los armadores o los patrones tendrían que pagar el coste de los cursos y la parte proporcional del diseño de los mismos.

RCO 4. Mejora de los libros de estabilidad

El contenido de éstos se establece en la Orden del 9 de julio de 1970 de la Dirección General de Marina Mercante. Actualmente son necesarios estos libros para las embarcaciones desde 20GRT/GT, existentes y para todas las embarcaciones nuevas desde 12 m de eslora L.

De los informes de inspección y las Campañas se detecta la necesidad de aclarar el contenido de los libros de estabilidad a los armadores, por la dificultad que tienen de acuerdo a su nivel de conocimientos, incluyendo cálculos a mano que sean fácilmente comprensibles (para buques nuevos). El

objetivo de la medida sería que los libros de estabilidad o la información a los patrones incorpore información más sencilla. Además los libros o la información provista a bordo debería también incluir las condiciones de asignación de francobordo (para buques nuevos), que se habían perdido con la derogación del francobordo de 1930 [136], aplicable hasta 2008, obligando a mantener un control de los pesos que se vayan añadiendo a bordo progresivamente y que no den lugar a obras de reforma (para buques nuevos y existentes). Adicionalmente, se obligaría a un aviso de estabilidad, con un cuadro de fácil comprensión, que aclare cuales con las circunstancias peligrosas para la estabilidad de la embarcación (embarcaciones nuevas).

Por lo tanto la medida propone que todas las embarcaciones con cubierta y más de 20 GT/TRB tengan un libro nuevo que incorpore instrucciones más sencillas y avisos de estabilidad. Para las embarcaciones de menos de 20 GT el acta de estabilidad debe contener información adecuada de acuerdo los resultados obtenidos en la misma.

La medida tendría efectos positivos directos en los accidentes, incluyendo varada/vía de agua y también por colisión de acuerdo a la efectividad que se indica más adelante.

RCO 5. Mejora del control del peso en rosca

En lo relativo a las experiencias de estabilidad, derivado de las campañas especiales y aleatorias, ante las grandes discrepancias detectadas y los informes de accidentes, se ha detectado la necesidad de realizar comprobaciones del peso en rosca en la emisión del certificado de conformidad y con periodicidad 10 años para barcos de eslora L mayor o igual a 12 m de eslora, con la consiguiente conexión con el acta y el libro de estabilidad.

Además se obligaría a comprobar no sólo las dimensiones principales del buque (eslora, manga y puntal) sino tres cuadernas representativas de la embarcación durante su construcción, derivado de las alteraciones que se han registrado en las formas con origen.

Esta medida tendría un efecto positivo en colisión, varada/vía de agua, hundimiento y también en incendios (en caso de que la embarcación tenga que utilizar medios contraincendios que inunden el barco) teniendo un efecto beneficioso en los modelos.

El coste del control del peso en rosca no es excesivo siempre y cuando las variaciones del peso en rosca se mantuvieran dentro de tolerancias. Para ello se supondrá que si la variación del desplazamiento en rosca supera un 2% el desplazamiento en rosca original y la desviación de la posición longitudinal del centro de gravedad del buque supera el 1% de L del valor original, y sea imposible demostrar mediante cálculos que la embarcación sigue cumpliendo los criterios de estabilidad, ésta deberá ser objeto de una nueva experiencia.

RCO 6. Marcado y Control del peso de las artes de pesca

A la vista de los momentos escorantes inducidos por el arte de pesca así como su contribución como pesos altos la propuesta consistiría en el control de las artes de pesca cada cinco años. Además para evitar problemas de carácter administrativo se deberían marcar las artes de pesca de manera indeleble por medio de una identificación. Esta identificación debe ir asociada a una certificación.

Teniendo en cuenta los análisis realizados durante las campañas concentradas, el efecto en la estabilidad sería inmediato. Se hace notar que para este FSA no se tienen en cuenta otros efectos beneficiosos como pueden ser la ayuda a la pesca sostenible, por cuanto que se estarían controlando las artes utilizadas. Además tiene el efecto beneficioso de permitir la mejora del seguimiento en el Anexo V del Convenio MARPOL, debido al perjuicio que produce la pérdida de las redes, tanto desde el punto de vista económico tanto el ecológico por el efecto de la pesca pasiva de esas artes.

El coste sería función del tamaño de las artes de pesca. Así para las embarcaciones de más de 12 m de eslora (en particular aquellas entre 18 y 24 m) que se dediquen a faenas de arrastre el proceso supone descargar la red, llevarla en un camión, pesarla y marcarla. Este es el caso más desfavorable, en el que es posible que se tengan que contratar medios de transporte. Para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora el peso se realizaría solamente para las embarcaciones de cerco y arrastre entre 7,5 y 12 m de eslora. A medida que el tamaño de las artes es menor los costes de transporte son más económicos. Esta medida de control del riesgo tendría efectos significativos en escora y hundimiento principalmente y, en menor medida, en colisión y varada/vía de agua.

RCO 7. Permitir estiba de la pesca en cubierta

Tras los informes de los accidentes, así como derivado de las inspecciones no programadas, se ha podido comprobar que, en particular en las embarcaciones de menos de 18 m de eslora de pesca al día, se suele estibar pescado en cubierta. En este sentido se recomendaría calcular la estabilidad estibando pescado en cubierta, solamente para aquellas embarcaciones en las que la medida tuviera sentido, es decir aquellas entre 12 y 18 m con o sin libro de estabilidad. En el tramo de 7,5 a 12 m de eslora la prueba se haría considerando un peso simulado en la cubierta y realizando la experiencia de estabilidad de acuerdo a la orden de 1964. La medida tiene un efecto negativo por la posible reducción de la capacidad de pesca, sin embargo tiene efectos positivos en la seguridad de las embarcaciones al reflejar la estabilidad valores más reales. Se considera que tiene un efecto positivo en escora, hundimiento y varada/vía de agua.

RCO 8. Implantar marcas de calado en las embarcaciones existentes

En esta medida serviría para controlar el peso en rosca. El RD 543/2007 establece este requerimiento para las embarcaciones nuevas desde 12 m de eslora. No obstante, derivado de los accidentes indicados en el capítulo 11 y las embarcaciones con sobre-calado indicadas en el capítulo 15, se estima necesario implantar esta medida en las embarcaciones existentes entre 12 y 24 m, con estabilidad de acuerdo a los criterios OMI, y con libro de estabilidad. El marcado debería ser indeleble. Se espera que tenga un efecto positivo en la estabilidad y el control de las condiciones de carga por lo que se reducirían los accidentes con hundimiento. El efecto se considera positivo en los hundimientos, colisiones y varada/vía de agua.

RCO 9. Control de la disposición general a bordo así como de los volúmenes a bordo. Control de las formas durante la construcción

En este caso la medida se plantea derivada de las campañas de inspección, al detectar discrepancias en la embarcación en origen, como las relativas a las variaciones en las formas del casco o bien la falta de correspondencia de las sondas de los tanques con la realidad. La medida tendría un coste de carácter puramente administrativo ya que correspondería al “director de obra”, requerido por la normativa actual y hacer un mejor seguimiento por norma. El coste de control de la disposición general de manera exhaustiva se debe al esfuerzo necesario a llevar a cabo por el director de obra, requerido de acuerdo a la legislación nacional, así como al esfuerzo inspector para controlar dimensionalmente las medidas de la embarcación y en particular los volúmenes de los tanques. El impacto que se espera es positivo en todos los tipos de accidentes menos explosión/incendio.

RCO 10. Establecimientos de umbrales de puertas reglamentarios para las embarcaciones existentes así como mejora de las inspecciones de los medios de cierre a los efectos de KNs

Esta medida deriva de los accidentes en los que se ha registrado el hundimiento por vía de agua o los accidentes de vía de agua. La medida garantizaría la estanqueidad de los espacios aplicando umbrales a las puertas con los valores establecidos en el RD 543/2007 en las embarcaciones existentes con cubierta desde 12 m a 24 m de eslora, además de garantizar que todas las estructuras que tienen efectos en los valores de KN pueden ser realmente estancas. Consistiría en aumentar los umbrales de las puertas hasta los valores indicados por el RD (600 y 450 mm principalmente) e incluir la revisión de los ventiladores

actuales, lo cual supone costes variables en las embarcaciones dependiendo de las aberturas de las que se dispongan. Se supone que la medida tendría un impacto positivo en los accidentes de hundimiento y varada/vía de agua.

RCO 11. Diseño y Control de las conexiones al casco

En la actualidad las tuberías de servicio de las embarcaciones de pesca no necesitan estar homologadas y los esquemas de tuberías no tienen un reglamento de cumplimiento o un estándar. Esto es así para las descargas al costado. Con una norma que determine como han de construirse estas conexiones, en particular las descargas de desperdicios y las descargas de cámara de máquinas, se estima que pueden ayudar a prevenir vías de agua en el casco así como disminuir el hundimiento. La medida sería también beneficiosa para el control de las inundaciones. La propuesta supone que las descargas de desperdicios estén más controladas así como las conexiones al casco. Esta norma tiene influencia principalmente en los accidentes por varada/vía de agua.

RCO 12. Instalación de software de estabilidad a bordo

Una de las medidas que se propone, derivado de los hundimientos por falta de estabilidad, así como el error humano asociado es la instalación en todas las embarcaciones de pesca de entre 15 y 24 m con libro de estabilidad, de un software de estabilidad tras la experiencia de pruebas piloto en los equipos. Además de informar a los patrones de las circunstancias en las que la estabilidad de la embarcación está en peligro, permitiría facilitar un seguimiento de los parámetros de estabilidad del buque remotamente. El sistema que se diseñe sería intuitivo y supone el diseño de un software sencillo para los patrones, la adaptación a la embarcación en sí, y la instalación de un equipo. No se tiene en cuenta el riesgo del coste a asumir si se tuviese que realizar una nueva experiencia de estabilidad, ni las posibles discrepancias entre los planos de la embarcación. Se supone que la medida es efectiva en los accidentes por hundimiento, varada/vía de agua y colisión.

RCO 13. Control de calidad de los astilleros de construcción

La medida, alternativamente a la implantación de un control más estricto en las inspecciones, como se indicó en la RCO 9, obligaría a que los astilleros estén sometidos a auditorias de gestión de la para el cumplimiento por parte de la Administración Marítima que garantice que las construcciones cumplen los estándares mínimos de seguridad, en cumplimiento del RD 543/2007 y otras normativas específicas de seguridad. Para esta medida, además de la certificación por medio de un sistema de gestión, se debería contar con una inspección de la administración para comprobar que la construcción de las embarcaciones de pesca cumplen los estándares del reglamento por medio de auditoría. Este sistema sería paralelo al sistema de gestión de la calidad (series ISO) pero centrados en aspectos de seguridad (adicionalmente prevención de la contaminación). Se considera que este régimen puede tener efectos positivos en aspectos operacionales posteriores de los accidentes, tanto para colisión, escora, varada/vía de agua y explosión/incendio. El coste de la medida se ha de repercutir en las construcciones, es decir en los buques nuevos y suponen gastos relativos al desarrollo de procedimientos específicos y administrativos. El coste se repartiría en las embarcaciones nuevas que se construyan. Para ello se ha tenido en cuenta el número de astilleros de embarcaciones de pesca de menos de 24 m de eslora que existen en España. Dependiendo del número de unidades producidas por el astillero el impacto es variable.

RCO 14. Cálculo de ventilación en cámara de máquinas

Durante las inspecciones aleatorias y derivado de los informes de siniestros se ha comprobado que el funcionamiento de las máquinas produce un calor excesivo en su local/cámara. Este calentamiento hace que las cámaras o locales de máquinas tengan puntos excesivamente calientes que favorecen los incendios y el embarque de agua, dado que los accesos pueden quedar abiertos con los medios de cierre trincados (en posición de abierto). La propuesta implicaría que las embarcaciones nuevas y existentes tuviesen un cálculo de ventilación de acuerdo a la norma ISO 8861:1998 para motores diésel y otros

componentes o su versión modificada. La regla será aplicable a todas las embarcaciones con cámara de máquinas desde 7,5 m de eslora. Con ello se deberán dimensionar los ventiladores. La medida solamente tiene el coste del cálculo dado que la normativa actual (de entrada en vigor en 2007) ya obliga a disponer de ventilación suficiente. La medida no tiene impacto por sí misma sino que se asocia a la mejora de la ventilación y se debe ver en conjunto con otras opciones de control del riesgo, en caso de que el cálculo no fuese suficiente.

RCO 15. Mejora de los medios de ventilación de la cámara de máquinas

Derivado de la necesidad de la mejora en ventilación, que induce a llevar las puertas de las cámaras de máquinas abiertas, se propone que todas las embarcaciones de pesca estén sujetas a un cálculo de ventilación de acuerdo con la RCO 14 y, aquellas que no cumplan a una mejora de los ventiladores. Esta medida aplicaría a todas las embarcaciones con cámara de máquinas (distintas de un espacio de máquinas, entendiéndose que son aquellos con acceso) desde 7,5 m de eslora. A la hora de estimar el incremento en las necesidades de ventilación con un estándar superior se ha hecho un cálculo de la instalación necesaria: ventiladores, conductos y la obra de reforma necesaria, que tendrá un coste mucho más elevado que si las embarcaciones fueran de nueva construcción. Los detalles figuran en el Anexo a éste capítulo. Al igual que la medida anterior se espera la medida tendría impacto en las explosiones/incendios así como las varadas/vías de agua y hundimiento.

RCO 16. Mejora de los medios de control de la cámara de máquinas desde el puente

Dado que las tripulaciones en las embarcaciones de pesca son reducidas y teniendo en cuenta la incidencia en el número de accidentes por fallo de máquinas, sería necesario aclarar los requerimientos para poder disponer de una máquina desatendida o el “simultaneo” de mando. Para ello se propone que para las embarcaciones de pesca litoral, altura y gran altura, el control de máquinas se realice desde un local aislado acústica y térmicamente del espacio de máquinas, permitiendo que el puente de gobierno pueda ser considerado como cámara de control de máquinas. En este último caso todas las embarcaciones que no tengan cámara de control de máquinas en el espacio ocupado por la máquina principal y los motores auxiliares cumplirán con las prescripciones de control de la cámara de máquinas desde el puente de gobierno.

En particular para poder calcular los costes en las embarcaciones menores, en las que los accidentes de colisión son significativos, se debería disponer de un arranque, control y parada del equipo propulsor desde fuera del compartimento de motores, cierre a distancia de las válvulas de combustible en embarcaciones con cubierta y el aislamiento. Lo anterior sería aplicable en las embarcaciones de pesca local y litoral sin cámara de control dentro del espacio de máquinas y con control de la máquina propulsora desde el puente de gobierno.

Esto se haría extensivo a las embarcaciones de pesca litoral en función de su eslora. Si no dispusiesen de cámara de control dentro del espacio de máquinas y con control de la máquina propulsora desde el puente de gobierno, se deberían cumplir prescripciones de máquinas sin dotación permanente. Este requerimiento supera/aclara lo establecido en el RD 543/2007 y en el RD 1216/1997 [137]. La medida sería aplicable a las embarcaciones nuevas de menos de 12 m de eslora. Esta medida disminuiría las colisiones en las embarcaciones.

RCO 17. Detectores de humo en camarotes

Derivado de los incendios y sus consecuencias en las embarcaciones con alojamientos se estima que se debe proveer la instalación de detectores de humo con la consiguiente central contraincendios, ésta en caso de tener que instalar más de tres detectores. La medida sería aplicable a las embarcaciones con camarotes (se excluirían los espacios de descanso –camarotes situados por debajo de la cubierta principal tanto en embarcaciones menores como aquellas existentes-) en embarcaciones nuevas. La medida también incluye la instalación de detector de incendio en la cocina. A efectos prácticos se considera que la instalación de una centralita (con costes más elevados) sería solamente necesaria en

embarcaciones de pesca desde 18 m de eslora. La medida tiene efecto en los accidentes de explosión/incendio.

RCO 18. Implantación de carteles radio para comunicaciones

Asociado a la información que se debe proveer a bordo de las embarcaciones sobre radiocomunicaciones en caso de emergencia [6] se ha detectado que no existe información rápida y accesible. La medida exigiría la provisión de una información mínima en todas las embarcaciones de pesca que dispongan de cabina de acuerdo a un formato que se establezca por la Administración.

El efecto de la misma es positivo en todos los tipos de accidentes para facilitar la asistencia en caso de emergencia.

RCO 19. Implantación de un sistema de gestión de la seguridad

Esta opción de control se deriva del error humano en los accidentes. Se estima que el error humano no es algo que dependa exclusivamente de los que navegan en las embarcaciones, sino también de los armadores de las embarcaciones de pesca.

A la hora de estimar cómo se podría implantar un sistema de gestión de la seguridad [138] en embarcaciones de pesca se ha de considerar que existe un límite por debajo del cual no procede llevarlo a cabo, tal es el caso de las pequeñas embarcaciones con uno dos tripulantes en las que el armador es también el patrón de la embarcación. Para las embarcaciones menores podría ser suficiente estandarizar las anotaciones mínimas que se tiene que realizar en el diario de navegación (si este existe a bordo).

Por tanto se considera necesario que la embarcación tenga un tamaño mínimo para implantar un sistema de gestión (se hace notar que las embarcaciones de menos de 24 m tienen un diario de servicio radio eléctrico). La propuesta obligaría a que todas las embarcaciones nuevas y existentes desde 12 m de eslora dispongan de un sistema de gestión de la seguridad, el cual se dividiría entre embarcaciones de 12 a 18 m de eslora L y embarcaciones desde 18 a 24 m. El sistema debe ser sencillo y por debajo del estándar de la OMI [138], [139], [140], [141], [142], [143], teniendo en cuenta que algunas embarcaciones entre 12 y 18 m no están ni siquiera obligadas a disponer de un diario de navegación a bordo, por lo cual éste se debería hacer también obligatorio.

Reconociendo que los armadores podrían ser los responsables de la seguridad no se puede considerar el desarrollo de un sistema de gestión paralelo al de la OMI para compañías, sino el citado sistema a bordo, el cual no eximiría de tener acceso a los registros de oficinas, donde la documentación es más accesible y de fácil manejo. Se estima que esta medida tendría una eficacia significativa en la seguridad de las embarcaciones de pesca para todos los accidentes. El coste de la medida implica desarrollo de procedimientos, auditorías iniciales y auditorías bianuales.

RCO 20. Utilización de las medidas de seguimiento y control de las autoridades de pesca

Tal y como se indicó en el capítulo 4 las tecnologías de control de la pesca aplicadas correctamente permitirían mejorar las actuaciones, no solamente de pesca ilegal, sino que también son extrapolables a seguridad.

En relación con este asunto se hace notar que las embarcaciones de pesca desde más de 14 m de eslora disponen de AIS de acuerdo con la legislación vigente, por Real Decreto 1593/2010, de 26 de noviembre de 2010 [144] que traspone la Directiva Europea 2009/17/CE. No obstante, sería necesario dar un paso más en virtud de la seguridad con medidas de control para poder mejorar el conocimiento sobre los accidentes. La medida plantearía un control combinado de las medidas relativas a Control, Seguimiento y Vigilancia de los sistemas de vigilancia de buques (VMS) [145], orientado a la mejora de la seguridad de las embarcaciones de pesca para adquirir conocimiento sobre la seguridad a bordo.

En este sentido el AIS y la radiobaliza se pueden ver suplementados con el uso de equipos VMS pero se deberían incluir otros elementos tales como la grabación de las conversaciones a bordo. La medida sería interesante a la hora de reducir las consecuencias de los accidentes con pérdida de vidas en todos los casos y sería aplicable para las embarcaciones de más de 15 m de eslora para las que es necesario instalar las cajas azules de acuerdo a la orden APA 3660/2003 de 22 de diciembre [146] y su modificación por la ARM 3238/2008 de 5 de noviembre [147]. Estas normas regulan en España el sistema de localización de pesqueros vía satélite, excepto aquellos que estén exentos que son las embarcaciones, cuya eslora total sea inferior a 15 metros, si faenan exclusivamente en las aguas territoriales del estado miembro de pabellón o nunca pasan más de 24 horas en la mar, desde la hora de salida del puerto hasta la de regreso a él.

RCO 21.- Construcción de las embarcaciones de acuerdo a reglamento de SSCC

El RD 543/2007 establece que el escantillonado de las embarcaciones se hará de acuerdo al reglamento de una Sociedad de Clasificación (SSCC). Si bien esto aplica a la estructura no incluye otros aspectos como electricidad y tuberías. Las SSCC disponen de reglamentación para la construcción de embarcaciones pequeñas que a su vez modulan el reglamento para la construcción basándose en el reglamento de los buques mayores.

La medida que se propondría requeriría a aprobación de planos, considerando que es positivo para la mejora del estándar de construcción. Esta medida no supone la clasificación de la embarcación, sino solamente la aprobación de planos y el uso de un estándar de construcción. La medida será aplicable a las embarcaciones nuevas para cualquier eslora, incluyendo los citados costes derivados de la aprobación de planos y el uso de materiales y equipos que cumplan con el estándar, pero no incluye la certificación de los equipos. Se estima que la medida tendrá efectos en varadas/vías de agua, incendios/explosiones y escoras.

RCO 22.- Portas de desagüe en embarcaciones

La medida a implantar, relativa a la apertura de portas de descarga reglamentarias se asocia al embarque de agua en cubierta y a la imposibilidad de desalojar esta, tal y como se indica en informes de siniestros [133]. Por medio de esta medida se facilitaría el desagüe de agua en cubierta y por lo tanto la posibilidad de que ésta progresa hacia el interior en todas las embarcaciones.

Esta medida sería aplicable a todas las embarcaciones existentes con cubierta desde 7,5 m de eslora, excepto para las embarcaciones de madera en las que es muy costoso, por difícil, realizar la obra de reforma debido al método de construcción con continuidad en los elementos estructurales.

El coste se calcula teniendo en cuenta la obra en acero o fibra a realizarse y se supone que tiene impacto en los accidentes de varada/vía de agua y hundimiento.

4. Evaluación de las medidas de control del riesgo y método de trabajo

La capacidad de reducción de las medidas de control del riesgo detectadas se estimó por medio de la estimación de los efectos de las opciones de control del riesgo en las causas de los accidentes a tenor de la información disponible de aquellos accidentes incorporados en los modelos. El trabajo se llevó a cabo por medio de consultas a expertos e inspectores. A éstos se les remitió un cuestionario que mencionaba la descripción de las medidas de control del riesgo, sin indicar sus potenciales beneficios y que tuvieron que valorar en efectividad para cada tipo de suceso. La valoración se hizo de 0 a 8. La metodología puede ser mejorada en el futuro por medio de seminarios en los que se muestren los modelos y se discutan las RCOs, permitiendo un trabajo cuantitativo más detallado.

El resultado de la encuesta se resume en la figura 16-2 que indicaría la media de efectividad de las medidas de acuerdo a los valores estimados por los expertos para las medidas de control del riesgo. Las barras en negro indican la variación entre los valores máximos y mínimos de las medidas del grupo de

expertos, que constituye el error. Por ejemplo para la RCO 1 se estimó que la efectividad de la medida para evitar hundimientos es del 20% (barra azul) con unos valores extremos entre 25% y 10%: Para el resto de tipos de sucesos la efectividad media es 7% (barras verde, naranja, marrón y azul oscuro) y las barras negras indican los valores extremos aportados.

Junto a la efectividad estimada para el árbol de fallos se considerará el número estimado de accidentes que se podrían haber evitado a raíz de la implantación de una opción de control del riesgo que afecta al árbol de eventos, al evitarse que el evento escale.

Figura 16-2. Efectividad de las medidas para cada tipo de accidente con valores máximos y mínimos valores medios indicando los valores más bajos y más altos en las barras negras

Por su parte la tabla 16-4 contiene los efectos medios a considerar. La columna de escora es solamente aplicable a las embarcaciones de menos de 12 m de eslora. También se ha de tener en cuenta que no todas las medidas son aplicables a las embarcaciones menores o mayores de 12 m de eslora sino a un tramo, como se indica en la descripción de las RCOs.

En resumen, teniendo en cuenta los árboles de los modelos los valores efectividad se combinan con el porcentaje de los accidentes a los que les beneficiaría la medida de control del riesgo y/o el porcentaje de la flota al que se le implanta la medida de control de riesgo para obtener su efecto global arrojando nuevas frecuencias. Por ejemplo, para la medida de control del riesgo RCO 2, la efectividad en la reducción del embarque de agua o desplazamiento de la carga es del 5% (en el árbol de fallos) en un 10% de los accidentes (en el árbol de eventos), aplicándose esta medida al 100% de la flota. Con ello se actualizaron los modelos para proveer una estimación de la reducción de pérdida potencial de vidas y propiedad.

Tabla 16-4. Efectividad de las medidas de control del riesgo determinadas por expertos e impacto en los modelos.

RCO	Efecto estimado % (valores medios aplicados en los modelos)					Porcentaje % de los accidentes beneficiados por la medida de control del riesgo (obtenido de los accidentes que se incorporan a los modelos)				
	Col.	Hund.	Var/ Vía.	Inc/ Expl	Esc.	Col.	Hund.	Var/ Via.	Inc/ Expl.	Esc.
Mejora de la cultura de seguridad en el sector (RCO 1).	7%	20%	7%	7%	7%	25%	30%	32%	35%	35%
Realización de campañas concentradas de inspección (RCO 2)	5%	5%	5%	5%	5%	10%	10%	10%	10%	10%
Mejora de los conocimientos sobre estabilidad de los patrones (RCO 3)	18%	40%	22%		15%	30%	30%	30%	35%	30%
Mejora de los libros de estabilidad (RCO 4).	14%	35%	20%			40%	45%	20%		
Mejora del control del peso en rosca (RCO 5)	18%	33%	18%	7%	20%	25%	30%	18%	15%	20%
Marcado y Control del peso de las artes de pesca (RCO 6)	12%	32%	12%		26%	12%	25%	7%	4%	23%
Permitir estiba de la pesca en cubierta. Aplicable a parte del segmento. (RCO 7)		30%	25%		25%		15%	12%		15%
Implantar marcas de calado en las embarcaciones existentes (RCO 8)	12%	27%	23%			17%	30%	10%		
Control de la disposición general a bordo así como de los volúmenes a bordo. Control de las formas durante la construcción (RCO 9)	10%	22%	10%			8%	12%	14%		
Establecimientos de umbrales de puertas reglamentarios para las embarcaciones existentes así como mejora de las inspecciones de los medios de cierre a los efectos de KNs (RCO 10)	15%	24%	12%			12%	30%	18%		
Diseño y Control de las conexiones al casco (RCO 11)	16%	12%	17%			25%	15%	30%		
Instalación de software de estabilidad a bordo (RCO 12)	8%	22%	8%			17%	35%	15%		
Control de calidad de los astilleros de construcción por parte de la Administración (RCO 13)	5%	10%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Cálculo de ventilación en cámara de máquinas (RCO 14)	10%	29%	24%		10%	5%	15%	18%		10%
Mejora de los medios de ventilación de la cámara de máquinas (RCO 15)	10%	29%	24%	14%	10%	7%	18%	25%	15%	10%
Mejora de los medios de control de la cámara de máquinas desde el puente. No aplicable al segmento de menos de 12 m de eslora (RCO 16)	25%			30%		29%			18%	
Detectores de humo en camarotes y de gases en cocina (RCO 17).				35%					40%	

Implantación de carteles radio para comunicaciones (RCO 18)	6%	6%	6%	6%	6%	4%	4%	4%	4%	4%
Implantación de un sistema de gestión de la seguridad (RCO 19)	15%	15%	15%	15%		15%	15%	10%	8%	
Utilización de las medidas de seguimiento y control de las autoridades de pesca (RCO 20).	4%	4%	4%	4%		2%	2%	2%	2%	
Construcción de las embarcaciones siguiendo el estándar de una Sociedad de Clasificación, aprobación de planos, exclusión de clasificación (RCO 21).			5%	22%	5%			5%	8%	5%
Portas de desagüe en embarcaciones (RCO 22).		8%	28%		5%		15%	4%		10%

5. Costes de la medida de control de riesgo

Tras consulta con astilleros, fabricantes de equipos, Sociedades de Clasificación y la Administración se obtuvieron los costes de las medidas. Los valores proporcionan la entrada necesaria para el análisis de coste-beneficio. Estos costes son variables: dependen del fabricante, de la oficina técnica que haga el cálculo o del astillero que lleve a cabo la modificación. En relación a este FSA, dado que las medidas a implantar son a nivel nacional, la estimación de los costes es más sencilla.

En un análisis FSA la estimación de costes se basa en los aspectos más característicos a tener en cuenta por lo que no es necesario que los valores sean muy detallados. En el caso concreto de una flota de menos de 24 m de eslora esto es beneficioso, dado que existe una gran variabilidad de los costes en función del tamaño de la embarcación. En relación con algunas de las obras de reforma que supongan modificaciones a embarcaciones existentes se ha considerado que éstas serían concurrentes con la puesta en seco de las embarcaciones, por lo que no se han incluido estos costes.

El coste de una medida de control de riesgo generalmente se repartió en la vida del barco o del equipo. No obstante para poder comparar los costes y los beneficios y poder posteriormente calcular en NCAF y el GCAF es necesario calcular el valor presente de la medida de acuerdo a la siguiente formula:

$$PV = A + \sum_{t=1}^T \frac{X_t}{(1+r)^t}$$

En la que

X_t , es el coste o beneficio de la opción de control del riesgo RCO para el año t

A , es la inversión inicial realizada para la implantación de una opción de control del riesgo

r , es el ratio de depreciación y

t , es el tiempo estimado de la opción de control del riesgo, como puede ser el tiempo operacional de la embarcación antes de su desguace.

En este FSA, al igual que se hizo en el capítulo 13 para calcular el nivel de seguridad, se ha considerado que la vida de una embarcación de pesca es de 25 años (aunque la base de datos contiene embarcaciones de mayor edad) y el de los equipos de 15 años.

Para calcular el coste anual de las medidas se han tenido en cuenta la evolución de la flota teniendo en cuenta las previsiones indicadas en el capítulo 3: una, optimista de un descenso anual del 2,5% anual durante los próximos 15 años y otra pesimista, con un descenso anual del 4,3%. En este FSA se ha decidido arbitrariamente que las flotas se estabilizarían a los 15 años (en 2028), dado que de no hacerlo la flota terminaría desapareciendo, extremo que no sucedería. Aunque la tendencia desde el año 2013 al

2016 se ha mantenido dentro de la previsión optimista de la tesis, al considerar un estancamiento en la caída de la flota, los resultados que se obtendrían no son conservadores por lo que será necesario rehacer este análisis en el futuro, en el caso de que la flota se mantuviese constante.

Para calcular el valor presente de la medida se ha supuesto que las mismas tienen una depreciación del 2% anual y se supone que una tasa de interés anual es de un 3%. Con ello será posible calcular el coste total actual de las medidas. Este coste anual se utilizará en las tablas de análisis coste beneficio del capítulo siguiente y es el que figura en la tabla 16-5 para las embarcaciones desde de 12 m de eslora y en la tabla 16-6 para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora.

Tabla 16-5. Coste anual de la medida para embarcaciones desde 12 m de eslora L

RCO	Notas	Estimación del Coste Anual por embarcación		
		valor medio	valor mín.	valor máx.
Mejora de la cultura de seguridad en el sector (RCO 1).	Inversión inicial en campañas de concienciación, 100.000 € Gasto anual de campañas, 50.000 €. Formación para difusión, 20.000 €. Proporcional al reparto de flota.	22 €	21 €	23 €
Realización de campañas concentradas de inspección (RCO 2)	Desarrollo de campañas, gasto administrativo y de preparación de personal: 70.000€ inspección de embarcaciones desde 12 m de eslora: 150 €/embarcación*año.	150 €	143 €	158 €
Mejora de los conocimientos sobre estabilidad de los patrones (RCO 3)	Desarrollo de cursos específicos: 85.000€ dos módulos (L mayor o menor de 12 m) (a impartir en centros de formación de la Administración General del Estado). Coste por patrón en embarcaciones desde 12 m de eslora 1.200 € (subvencionado) a refrescar cada 5 años.	240 €	228 €	252 €
Mejora de los libros de estabilidad (RCO 4).	Coste 100 € de tasas para embarcaciones de acuerdo con la estabilidad de la norma de 1964. 1.500 a 2.500 € para las embarcaciones con libro de estabilidad (rehacer un libro completo tiene un coste mínimo de 1.500 €). Se supone que duran para toda la vida de la embarcación. aplicable a embarcaciones nuevas y existentes	80 €	60 €	100 €
Mejora del control del peso en rosca (RCO 5)	Considerando que es aplicable a embarcaciones desde 12 m de eslora con libro de estabilidad el reconocimiento supone unos gastos por prueba de 400€ más la emisión de certificado 100 € si el barco no se ha desviado de la tolerancia establecida. Para las embarcaciones mayores, entre 15 y 18 m, el coste pasa a 800 €. En caso de que sea necesario un nuevo libro de estabilidad supone 3.000 €. El número de libros de estabilidad necesarios irá disminuyendo progresivamente a medida que los controles estén implantados si bien la tasa comenzará con un 15%/anual de nuevos libros en los primeros años de implantación, lo cual se asimila a un coste inicial. Aplicable cada 10 años	66 €	63 €	70 €
Marcado y Control del peso de las artes de pesca (RCO 6)	Alquiler del camión es de 200 € (que solamente será necesario en el 20% de los casos al disponer los armadores de medios para llevar las redes). El pesaje costaría 200 €, inspección, certificación y marcado asociado unos 250 €. Aplicable a las embarcaciones desde 12 m de eslora (otras opciones podrían ser acordadas con la autoridad de pesca). Medida aplicable cada 5 años, dos artes de pesca por embarcación con una duración de 5 años por arte de pesca.	68 €	65 €	71 €
Permitir estiba de la pesca en cubierta. Aplicable a parte del segmento. (RCO 7)	Medida aplicable a las embarcaciones desde 15 m a 18 m de eslora con cubierta. En embarcaciones con estándar OMI el coste sube hasta 750 € (sin experiencia de estabilidad) más proyecto y acta, 100 €. No se puede imponer la estiba en cubiertas en embarcaciones mayores al no cumplir pero sí se puede llevar a un 20% de estiba en cubierta, que correspondería a una condición en la que se puede haber logrado un buen lance	49 €	34 €	64 €
Implantar marcas de calado en las embarcaciones existentes (RCO 8)	Coste de la medida 500 € a 1.000€ en embarcaciones existentes siempre que se realice conjuntamente con la puesta en seco (supone unas 4-5 horas de trabajo más las comprobaciones asociadas).		20 €	40 €

Control de la disposición general a bordo así como de los volúmenes a bordo. Control de las formas durante la construcción (RCO 9)	La medida supone solamente el control de la construcción. A la hora de poder comprobar los volúmenes a bordo por medio de sondas se incrementa la inspección en unos 500 € (comprobación volúmenes y sondas). Para la comprobación de las formas de acuerdo al plano el coste suponiendo que está en astillero es lineal desde unos 150 € en embarcaciones de 12 m hasta los 1.500 en embarcaciones grandes. En caso de las formas no sean correctas y haya que levantar un nuevo plano los costes se incrementarían en 1.000 €. A ello se le deben sumar las tasas de inspección, 100 €.	49 €	26 €	80 €
Establecimiento de umbrales de puertas reglamentarios para las embarcaciones existentes así como mejora de las inspecciones de los medios de cierre a los efectos de KNs (RCO 10)	La medida, en lo que respecta al control de los medios de cierre, no supone coste adicional. En relación con los umbrales de puertas y su elevación se calcula en unos 200 € por puerta (que deba ser modificada mediante la instalación de pletinas). Se estima que las embarcaciones de 18 a 24 m tienen 5 puertas. El coste se obtiene teniendo en cuenta el 30 % de deficiencias detectadas en las campañas.	20€	14 €	24 €
Diseño y Control de las conexiones al casco (RCO 11)	Requerimientos de diseño en esquemas de tubería y conexiones al casco de acuerdo con norma, en particular de servicios de agua salada y descargas de desperdicios y parques de pesca. Aplicable a embarcaciones nuevas desde 12 m de eslora. El coste depende del material del casco. Si es de acero el coste es de unos 300 € por válvula. Si es de fibra el coste es de unos 500 € por válvula. En el caso de la toma de desperdicios el coste es de 1000 € (sin la necesidad de aplicar a embarcaciones nuevas). En las embarcaciones existentes se replantearía solamente la descarga de desperdicios (para buques arrastreros) con un coste de 3.000 € por la necesidad de replantear el parque de pesca en algunos de los casos. En embarcaciones de madera esta medida no es posible de aplicar para embarcaciones existentes.		42 €	110 €
Instalación de software de estabilidad a bordo (RCO 12)	Instalación de software de estabilidad para las embarcaciones de pesca nuevas y existentes, entre 15 y 24 m de eslora. Software 2.000 € por embarcación, adaptación a la embarcación 2.000 a 2.500 € por embarcación. El hardware dependería de lo que se pretende instalar, si es un portátil normal serían 500 € por embarcación, si se quiere diseñar un equipo compacto el coste por unidad sería de 3.000 € por embarcación. Dependiendo del número de embarcaciones en el que se instale éste podría disminuir. El equipo se instalará a las embarcaciones nuevas y existentes.		140 €	260 €
Control de calidad de los astilleros de construcción por parte de la Administración (RCO 13)	Astillero preparación de auditorías y documentación 12.000€, Auditoría 1.500 €, certificación: 200 €. Coste anual 600 €. El coste se reparte sobre las construcciones que haya realizado el astillero. Se estima que un astillero realiza entre 2 y 4 construcciones al año	228 €	153 €	305 €
Cálculo de ventilación en cámara de máquinas (RCO 14)	La medida solamente se refiere a la necesidad de cálculo de acuerdo con la normativa ISO. El cálculo necesita otros cálculos detallados de emisiones de los elementos individuales de la cámara de máquinas. El cálculo supone unos 500 €/embarcación, sin tener en cuenta las necesidades de incrementar posteriormente la potencia de los ventiladores, para aplicar a todas las embarcaciones, nuevas y existentes.	32€	30 €	34 €
Mejora de los medios de ventilación de la cámara de máquinas (RCO 15)	Aplicable a todas las embarcaciones que no cumplan. En caso de que la ventilación no sea suficiente tras el cálculo se debería incrementar la misma teniendo en cuenta los volúmenes típicos de las cámaras de máquinas. Se ha realizado un cálculo en el que se ha tenido en cuenta el incremento de la obra debido a ser una obra de reforma en una embarcación existente según el Anexo 1.		133 €	730 €
Mejora de los medios de control de la cámara de máquinas desde el puente. No aplicable al segmento de menos de 12 m de eslora (RCO 16)	Aplicable a las embarcaciones existentes menores de 12 m de eslora. El requerimiento de instalación de arranque y parada es de 350 € y el de los cierres remoto de las válvulas de combustible oscila es de 400 € por disparo mecánico. Para simplificar se supondrá que las embarcaciones tienen entre 1 y 3 válvulas de disparo	54€	30 €	78 €

Detectores de humo en camarotes y de gases en cocina (RCO 17).	Aplicable a todas las embarcaciones nuevas con camarotes (situadas por encima de la cubierta). La medida oscila entre los 50 € (1 camarote) y en caso de que se vaya a instalar una centralita, se añadirán 500€. Para este caso se supondrá que a partir de 3 detectores es necesaria una centralita y esto aplicable en embarcaciones desde 18 m de eslora.	17 €	4 €	24 €
Implantación de carteles radio para comunicaciones (RCO 18)	Aplicable a todas las embarcaciones, nuevas y existentes. La medida tiene un coste de 60 € por embarcación y tienen que ser específico para la embarcación.	2€	2 €	2 €
Implantación de un sistema de gestión de la seguridad (RCO 19)	Aplicable a todas las embarcaciones nuevas y existente por encima de 12 m de la siguiente manera: 3.000 a 9.000 € para el armador o la compañía (lineal) más la certificación de la Dirección General 600 € en un ciclo de cinco años sujeto a dos inspecciones. El sistema de gestión debe ser sencillo y basado en registros comprensibles. Para las embarcaciones entre 12 y 18 m el sistema de gestión debe ser también económico, mientras que desde 18 a 24 puede ser más asimilable al sistema de gestión de seguridad de los mercantes pequeños.	1404€	762 €	2.262 €
Utilización de las medidas de seguimiento y control de las autoridades de pesca (RCO 20).	Esta medida sólo requeriría la adaptación de las cajas azules (obligatorias para todas las embarcaciones desde 12 m de eslora) como sistema de seguimiento efectivo desde el punto de vista de seguridad marítima, integrándolo con parámetros del barco para poder ser utilizado como caja negra efectiva. Para ello se debe incluir sistema de grabación en el puente. La adaptación del equipo se estima de unos 1.000 a 2.000 €/embarcación provista de caja azul. El uso que se le dará será como una caja negra. Estará sujeto a inspección bianual con 100 € de tasas.	62€	42 €	82 €
Construcción de las embarcaciones siguiendo el estándar de una Sociedad de Clasificación, aprobación de planos, exclusión de clasificación (RCO 21).	Aplicable a todas las embarcaciones de pesca, no solamente para el escantillonado sino para toda la instalación adicionalmente a los requerimientos del RD 543/2007. La medida propuesta incluye, por tanto, aprobación de planos y construcción siguiendo el estándar de la SSCC pero sin clasificación. Teniendo en cuenta que el coste de aprobación de planos es el 40% de la clasificación no se incluye esta última por el excesivo total. En relación a la construcción siguiendo el estándar del reglamento se concluye que la construcción siguiendo el estándar incrementa el coste de la embarcación entre 12 y 24 m de eslora un 3%.	568 €	656 €	480 €
Portas de desagüe en embarcaciones (RCO 22)	Aplicable a todas las embarcaciones existentes anteriores al RD 543/2007 teniendo en cuenta las deficiencias detectadas. El coste es de 1.500 € para las embarcaciones menores de 15 m y 3.000 para las embarcaciones mayores en acero. El coste en fibra sube a 3.000 € y 6.000 € respectivamente. En las embarcaciones de madera 50% de la flota no se puede llevar la obra a cabo		43 €	102 €

Tabla 16-6.Coste anual de las medidas de control del riesgo para las embarcaciones menores de 12 m de eslora
L.

RCO	Notas	Estimación del Coste Anual por embarcación		
		valor medio	valor mín.	valor máx.
Mejora de la cultura de seguridad en el sector (RCO 1).	Inversión inicial en campañas de concienciación, 100,000 € Gasto anual de campañas, 50000 €. Formación para difusión, 20000 €. . Proporcional al reparto de flota.	9 €	8€	9€
Realización de campañas concentradas de inspección (RCO 2)	Desarrollo de campañas, gasto administrativo y de preparación de personal: 70000€. Inspección de embarcaciones de menos de 12 m de eslora: 100 €/embarcación/año.	100 €	95€	105€
Mejora de los conocimientos sobre estabilidad de los patrones (RCO 3)	Desarrollo de cursos específicos: 85,000€ dos módulos (L mayor o menor de 12 m) (a impartir en centros de formación de la Administración General del Estado). Coste por patrón en embarcaciones de menos de 12 m de eslora 700 € (subvencionado) a refrescar cada 5 años.	140 €	133€	147€
Repetición de prueba de estabilidad cada 10 años (RCO 5)	Realización de la prueba de estabilidad cada 10 años. En caso de que la prueba sea de acuerdo a la orden de 1964 la prueba es de unos 500€, más 100 € de tasas. En caso de que la prueba a realizar sea de acuerdo a la norma ISO el coste se dispara a 1500€. Aplicable cada 10 años	110 €	60€	160€

Marcado y Control del peso de las artes de pesca (RCO 6)	Alquiler del camión es de 200 € (que solamente será necesario en el 20% de los casos al disponer los armadores de medios para llevar las redes). El pesaje costaría 200 €, inspección, certificación y marcado asociado unos 250 €. Aplicable a las embarcaciones de entre 7, 5 y 12 m de eslora con cubierta (otras opciones podrían ser acordadas con la autoridad de pesca) de cerco y arrastre. Medida aplicable cada 10 años. El arte de pesca deberá estar a bordo en el momento en el que se lleve a cabo la estabilidad.	100 €	95€	105€
Permitir estiba de la pesca en cubierta. Aplicable a parte del segmento. (RCO 7)	Medida aplicable a las embarcaciones desde 7,5 m a 12 m de eslora con cubierta. En caso de que la prueba sea de acuerdo a la orden de 1964 la prueba es de unos 500€, más 100 € de tasas. En caso de que la prueba a realizar sea de acuerdo a la norma ISO el coste se dispara a 1500€.	44 €	24€	64€
Control de la disposición general a bordo así como de los volúmenes a bordo. Control de las formas durante la construcción (RCO 9)	La medida supone solamente el control de la construcción. A la hora de poder comprobar los volúmenes a bordo por medio de sondas se incrementa la inspección en unos 500 € (comprobación volúmenes y sondas). Para la comprobación de las formas de acuerdo al plano el coste, suponiendo que está en astillero, es lineal desde unos 150 € en embarcaciones desde 7,5 m a 12 m de eslora. A ello se le deben sumar las tasas de inspección (100€)	26€	26€	26€
Diseño y Control de las conexiones al casco (RCO 11)	Requerimientos de diseño en esquemas de tubería y conexiones al casco de acuerdo con norma, en particular de servicios de agua salada. Aplicable a embarcaciones nuevas entre 7,5 y 12 m de eslora. El coste depende del material del casco. Si es de acero el coste es de unos 300 € por válvula. Si es de fibra el coste es de unos 500 € por válvula.	42€	40€	44€
Control de calidad de los astilleros de construcción por parte de la Administración (RCO 13)	Preparación de auditorías y documentación 12.000€, auditoría 1.500 €, certificación 200 €, coste anual 600 €. El coste se reparte sobre las construcciones que haya realizado el astillero. Se estima que un astillero realiza entre 5 y 10 construcciones al año. La medida penaliza la construcción de menos embarcaciones.	91€	61€	122€
Cálculo de ventilación en cámara de máquinas (RCO 14)	La medida solamente se refiere a la necesidad de cálculo de acuerdo con la normativa ISO. El cálculo necesita de otros detallados de emisiones de los elementos individuales de la cámara de máquinas. Supone unos 500 €/embarcación, sin tener en cuenta las necesidades de incrementar posteriormente la potencia de los ventiladores, para aplicar a todas las embarcaciones, nuevas y existentes de entre 7,5 y 12 m de eslora	40€	22€	18€
Mejora de los medios de ventilación de la cámara de máquinas (RCO 15)	Aplicable a todas las embarcaciones que no cumplan En caso de que la ventilación no sea suficiente tras el cálculo se debería incrementar la misma teniendo en cuenta los volúmenes típicos de las cámaras de máquinas. El cálculo se basa en los valores determinados en el Anexo 1 cálculo ventilación RCO 14. La instalación de un nuevo ventilador con su conducción podría ser de unos 5.000€ por embarcación ventilador.	61€	44€	77€
Mejora de los medios de control de la cámara de máquinas desde el puente.	Aplicable a las embarcaciones existentes menores de 12 m de eslora. El requerimiento de instalación de arranque y parada es de 350 € y el de los cierres remoto de las válvulas de combustible oscila es de 400 € por disparo mecánico. Para simplificar se supondrá que las embarcaciones tienen entre 1 y 3 válvulas de disparo	30€	30€	30€
Implantación de carteles radio para comunicaciones (RCO 18)	Aplicable a todas las embarcaciones, nuevas y existentes. La medida tiene un coste de 60 € por embarcación y tienen que ser específico para la embarcación.	2€	2€	2€
Construcción de las embarcaciones siguiendo el estándar de una Sociedad de Clasificación, aprobación de planos, exclusión de clasificación (RCO 21).	Aplicable a todas las embarcaciones de pesca, no solamente para el escantillonado sino para toda la instalación adicionalmente a los requerimientos del RD 543/2007. La medida propuesta incluye, por tanto, aprobación de planos y construcción siguiendo el estándar de la SSCC pero sin clasificación. Teniendo en cuenta que el coste de aprobación de planos es el 40% de la clasificación no se incluye esta última por el excesivo total. En relación a la construcción siguiendo el estándar del reglamento se concluye que la construcción siguiendo el estándar incrementa el coste de la embarcación entre 12 y 24 m de eslora un 3%. Para las embarcaciones entre 7,5 y 12 m el coste es proporcional.	568€	480€	656 €

Portas de desagüe en embarcaciones (RCO 22)	Aplicable a todas las embarcaciones existentes anteriores al RD 543/2007 teniendo en cuenta las deficiencias detectadas. El coste es de 800 € para las embarcaciones en acero. El coste en fibra sube a 1.500 €. En las embarcaciones de madera (940) de la flota no se puede llevar la obra a cabo. (Ver distribución en la página de flota activa).		33 €	33 €
---	---	--	------	------

Combinando los costes máximos o mínimos con la evolución de la flota se obtienen dos costes de las medidas: el máximo y el mínimo. Estos costes se expresan gráficamente en la figura 16-3 para las embarcaciones desde 12 m de eslora y en la figura 16-4 para las embarcaciones de menos de 12 m. Estos datos se utilizarán en el análisis de coste-beneficio.

Figura 16-3. Costes anuales para las medidas por año en embarcaciones desde 12 m de eslora

El proceso de determinación de los costes permite considerar las opciones de control de riesgo en sí y la posibilidad de combinar opciones de control del riesgo. Por ejemplo en el caso de las opciones de control del riesgo relativas a ventilación (opciones 14- calculo- y 15 –modificación de la ventilación) estas no irían separadas, sino que la implantación de las mismas ha de ser conjunta. En relación al resto de las medidas no es necesario considerar agrupamientos o combinaciones, aunque se podría haber evaluado las combinaciones de varias de ellas. Este aspecto se deja para estudios posteriores.

A la hora de calcular los valores anuales de las medidas se ha tenido en cuenta que no todas las medidas son aplicables a todo el segmento de eslora, sino que solamente a una parte de él. El valor anual tiene en cuenta el número de embarcaciones para un determinado tramo de eslora y el coste para ese tramo de eslora (p.ej. hay medidas que tienen un coste distinto para las embarcaciones desde 18 m y un coste

mucho inferior para el tramo menor). Así el coste anual de la medida tendrá en cuenta solamente el tramo de embarcación al que le es aplicable. Con ello en el análisis coste beneficio de la etapa 4 del FSA el análisis del riesgo con la implantación de la medida solamente se hará en el tramo menor, por lo que los modelos solamente se tendrán en cuenta las embarcaciones comprendidas en este tramo, teniendo que filtrar los datos en los modelos.

Figura 16-4. Costes anuales para las medidas por año en embarcaciones inferiores a 12 m de eslora

Por otro lado para las embarcaciones desde 12 m de eslora las medidas relativas a estabilidad suponen un salto importante entre las embarcaciones de menos de 20 GTs y más de 20 GT, por lo que los costes varían mucho si una embarcación supera ese tonelaje. En este sentido y para simplificar se considerará que la eslora de 15 m se acerca más a esos valores por lo que los criterios OMI se aplicarán solamente en el tramo de 15 a 24 m de manera conservadora. Asimismo para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora existe un salto muy importante en las medidas de control del riesgo en relación a la disponibilidad o no de cubierta, al ser algunas medidas solamente aplicables a embarcaciones con cubierta. Así se ha intentado reflejar en la base de datos, descartando todas las embarcaciones por debajo de 7,5 m y considerándolas embarcaciones sin cubierta.

6. Conclusiones

En este capítulo se ha procedido a realizar el análisis de costes de las posibles medidas de control del riesgo a implantar así como su efectividad. Para esto último se ha contado con un grupo de expertos que han establecido la efectividad de las medidas de control del riesgo. Las medidas serán efectivas en un porcentaje de accidentes que se determinan teniendo en cuenta la base de datos de accidentes. La

efectividad y el porcentaje de accidentes a los que afecta se introducen en los modelos con el efecto consiguiente en las probabilidades, tanto en reducción de riesgos como en beneficios.

La selección de las RCOS se ha basado en las deficiencias detectadas durante las campañas concentradas, en la opinión del doctorando en el desarrollo de legislación con expertos de la Dirección General de la Marina Mercante, la comunicación con astilleros y las conclusiones de la CIAIM. Las deficiencias detectadas por los expertos son esencialmente de tres tipos:

- Correctivas, basadas en deficiencias para poder mejorar el comportamiento de las embarcaciones y mantenerlas en el anillo de seguridad que constituye la embarcación. Estas son medidas como la mejora del control de los pesos, el control dimensional de las embarcaciones, el marcado de las artes de pesca, mejora de ventilación de la cámara de máquinas, estiba de pesca en cubierta, etc...que están centradas en aspectos de corrección
- Preventivas, más orientadas a aspectos de mejora de la operación de las embarcaciones centradas en el factor humano, tales como la mejora de la cultura de la seguridad, formación de los patrones, implantación de carteles radio, implantación de un sistema de gestión de la seguridad, instalación de un software de estabilidad o mejora del seguimiento de las embarcaciones de pesca y recopilación de información para la prevención de los accidentes (como el uso de las cajas azules).
- De mejora del estándar de las embarcaciones, tales como la construcción siguiendo el estándar de una organización reconocida para las embarcaciones nuevas o aquellas medidas que pretenden poner al día las embarcaciones existentes con respecto de las nuevas que se hayan construido de acuerdo al RD 543/2007.

A la hora de determinar las opciones de control del riesgo se ha considerado que la base de datos tiene que incorporar un número significativo de accidentes para que se pueda determinar una reducción del riesgo consistente. En este sentido en aquellos modelos sustentados en un número limitado de accidentes cabría un proceso de mejora. No obstante la incertidumbre de los modelos en su conjunto es aceptable, en particular en cuanto a los fallecimientos, tal y como indica el ajuste de la curva FN. No obstante esto redundará en la consideración del GCAF y NCAF posteriormente.

Se ha estimado que dado que la normativa nacional divide la seguridad en esencia en dos tramos de esloras: las de menos de 12 y aquellas desde 12 m de esloras esta división podría ser suficiente. Aspectos como la existencia de una cubierta, el material de construcción, la existencia de cámara de máquinas o no, la existencia o no de camarotes y la normativa nacional actualmente aplicable que define, por ejemplo, el criterio de estabilidad actual, hace que no todas las medidas sean aplicables a todas las embarcaciones.

Las medidas de control de riesgo se estiman en principio aplicables a dos tramos de esloras, sin embargo dentro de un tramo de eslora no todas las medidas son aplicables a todas las embarcaciones, sino a algunas de ellas. Para estas se han calculado los valores anuales máximos y mínimos de las medidas, que incluyen los costes operativos, de haberlos.

A la hora de determinar medidas de control del riesgo se ha visto que las medidas son más fácilmente aplicables teniendo en cuenta otros tramos de esloras como, por ejemplo, 15 m o 7,5 m. Así se debería estudiar si la normativa nacional debería considerar una división más fundamental en otras esloras distintas de 12 m.

Por otro lado dado que las bases de datos de embarcaciones de pesca no disponen de datos suficientes para la estimación del impacto técnico de las medidas se sugiere que la base de datos de la DGMM se enriquezca con otros datos por ejemplo la disponibilidad de cubierta o no.

Capítulo 16. Anexo. Cálculo de ventilación cámaras de máquinas pesqueros de eslora inferior a 24 m. Estimación de caudal y de costes

En relación a este apartado se ha procedido a consultar a astilleros y fabricantes, obteniéndose unos valores indicativos del coste de la instalación en ventilaciones calculadas de acuerdo a la norma ISO 8861:1998

Con ello se han calculado la necesidad de ventilación de 14 embarcaciones de pesca para cada tramo de eslora: 7,5 m a 12 m, 12 a 15 m, 15 a 18 m y 18 m a 24 m, tal y como se puede ver en el ejemplo del Apéndice de este anexo, que se extrapolarán al resto de la flota en función de la eslora y la potencia. Para el caudal de los ventiladores se ha calculado una pérdida de carga del 50%.

Así mismo se han utilizado catálogos de ventiladores para los que se dispone de precios y se ha calculado de manera aproximada la longitud de ventilación teniendo en cuenta la dimensión de la embarcación por medio de regresión lineal.

En este cálculo se ha de tomar en cuenta que las embarcaciones con compartimento de máquinas pueden llevar a cabo una obra más económica al no haber puertas de acceso a la cámara de máquinas. Esto supone que no hay conducciones, por otro lado se ha de suponer que las embarcaciones desde 18 a 24 m tienen más espacio para tuberías pero mayor complejidad en caso de que hubiese que cambiar los conductos.

No se espera que en las embarcaciones de entre 18 y de 24 m de eslora requieran cambios importantes en su instalación salvo posiblemente el incremento de caudal. No obstante de cara al cálculo del valor ΔC se ha optado por un perfil conservador.

Teniendo en cuenta los valores suministrados por los fabricantes se ha procedido a estimar el caudal necesario para las embarcaciones de la flota menor de 24 m de eslora obteniéndose los valores indicados en la figura 16-A-1.

Figura 16-A-1. Costes de ventilación y caudal

Al objeto de poder disponer de formulación orientativa de costes se ha procedido a estimar la distribución de los costes para los intervalos de esloras. No obstante los costes aplicables en el FSA se obtendrán directamente del cálculo en la base de datos.

Figuras 16-A-5 y 16-A-6. Estimación en base a cálculos L entre 12 y 15 m

4. Eslora entre 7,5 y 12 m.

También se obtiene una distribución lognormal con los siguientes valores de media 1.540 € y de desviación estándar 417 € como se puede ver en las figuras 16-A-7 y 16-A-8.

Figuras 16-A-7 y 16-A-8. Estimación en base a cálculos L entre 7,5 y 12 con cámara de máquinas

Apéndice 1. Ejemplo de cálculo de ventilación de norma ISO para pesquero Jove Mateu de 20,76 m (L).

1. Cálculo del flujo de aire para la combustión

1.1. Flujo de aire para la combustión del motor principal o motores

P	368	kW	(potencia total a MCR)
m_{ad} 2 tiempos	0,0023	kg/(kWxs)	(valor estimativo)
m_{ad} 4 tiempos	0,0020	kg/(kWxs)	(valor estimativo)
Motor de	4	tiempos	
m_{ad}	0,002	kg/(kWxs)	(aire necesario para la combustión del motor)
ρ	1,13	kg/m ³	(densidad del aire a 35°, 70 hum. rel. y 101,3 kPA)

$$q_1 = P \times m_{ad} / \rho$$

$$q_1 = 0,651 \text{ m}^3/\text{s}$$

1.2 Flujo de aire para la combustión de los generadores diesel

P	11	kW	(potencia total a MCR)
m_{ad} 2 tiempos	0,0023	kg/(kWxs)	(valor estimativo)
m_{ad} 4 tiempos	0,0020	kg/(kWxs)	(valor estimativo)
Motor de	4	tiempos	
m_{ad}	0,002	kg/(kWxs)	(aire necesario para la combustión del motor)
ρ	1,13	kg/m ³	(densidad del aire a 35°, 70 hum. rel. y 101,3 kPA)

$$q_2 = P \times m_{ad} / \rho$$

$$q_2 = 0,019 \text{ m}^3/\text{s}$$

1.3. Flujo de aire para la combustión de calderas y calentadores de fluido térmico

m_{af}	15,7	kg _{aire} /kg _{comb}	(aire necesario para la combustión)
ρ	1,13	kg/m ³	(densidad del aire a 35°, 70 hum. rel. y 101,3 kPA)
Q	0	kW	(máximo régimen continuo de la caldera)
m_{fs}	0,11	kg _{comb} /(sxkW)	(consumo de comb. por seg. y por kW de cap.térmica)

$$q_{31} = Q \times m_{fs} \times m_{af} / \rho$$

$$q_{31} = 0,000 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{estimación 1})$$

m_s	0	kg/s	(capacidad total de vapor)
m_{fs}	0,077	kg _{comb} /kg _{vapor}	(consumo de combustible por kg de vapor)

$$q_{32} = m_s \times m_{fs} \times m_{af} / \rho$$

$$q_{32} = 0,000 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{estimación 2})$$

$$q_3 = 0,000 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{máximo de ambos})$$

Flujo de aire para combustión $q_c = q_1 + q_2 + q_3$

$$q_c = 0,671 \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Cálculo del flujo de aire para evacuación de la emisión de calor

ρ	1,13	kg/m ³	(densidad del aire a 35°, 70 hum. rel. y 101,3 kPA)
c	1,01	kJ/(kgxK)	(capacidad de calor específico del aire)
ΔT	12,5	K	(máximo incremento de temperatura sobre el exterior)

2.1 Emisión de calor de los motores principales

P	368	kW	(potencia total a MCR)
$\Phi_{dp_{2\text{tiempos}}} = 0,141 \times P^{0,76}$			
$\Phi_{dp_{2\text{tiempos}}}$	12,57	kW	
$\Phi_{dp_{4\text{tiempos}}} = 0,396 \times P^{0,70}$			
$\Phi_{dp_{4\text{tiempos}}}$	24,76	kW	
Motor de	4	tiempos	
Φ_{dp}	24,76	kW	(emisión de calor de los motores)

2.2 Emisión de calor de los generadores diesel

P	11	kW	(potencia total a MCR)
$\Phi_{dg} = 0,396 \times P^{0,70}$			
Φ_{dg}	2,12	kW	(emisión de calor de los motores)

2.3. Emisión de calor de las calderas y los calentadores de fluido térmico

m_s	0	kg/s	(capacidad total de vapor)
m_{fs}	0,077	kg _{comb} /kg _{vapor}	(consumo de combustible por kg de vapor)
h	40,2	kJ/kg	(valor calorífico más bajo del comb)
B_1	0,1		(constante caldera)
$\Delta h_b = 1,1 - 0,028 \times m_s$			(perd.calor en % al MCR caldera)
Δh_b	1,1	%	
$\Phi_{b1} = m_s \times m_{fs} \times h \times \Delta h_b / 100 \times B_1$			
Φ_{b1}	0	kW	
Q	0	kW	(máximo régimen continuo de la caldera)
B_1	0,1		(constante caldera)
$\Delta h_b = 1,1 - Q / 10^5$			
Δh_b	1,1	%	
$\Phi_{b2} = Q \times \Delta h_b / 100 \times B_1$			
Φ_{b2}	0	kW	
Φ_b	0	kW	

2.4. Emisión de calor de las tuberías de vapor y calefacción

m_{sc}	0,00	kW	(máximo consumo de vapor, consid. solo la caldera)
Δh_p	0,2	%	(pérd. calor tuberías vapor en % cons vapor)
$\Phi_{bp} = m_{sc} \times \Delta h_p / 100$			
Φ_{bp}	0	kW	

2.5 Emisión de calor del generador eléctrico

P_g	10,00	kW	(potencia de los generadores eléctricos instalados)
η	94	%	(rendimiento generador)
$\Phi_g = P_g \times (1 - \eta/100)$			
Φ_g	0,60	kW	

2.6 Emisión de calor de las instalaciones eléctricas

P_{el}	10	kW
Δh_{el}	20	%
$\Phi_{el} = P_{el} \times \Delta h_{el}$		
Φ_{el}	2,00	kW

(% pot eq eléctrico e iluminación usado en mar)

2.7. Emisión de calor tubería de escape

$\Delta t_{2 \text{ tiempos}}$	250	K
$\Delta t_{4 \text{ tiempos}}$	320	K
Motor ppal de	4	tiempos
Δt	320	K
Φ_{tub}	400	mm
L_{tug}	1,5	m
$\Phi_{ep} = (0,056 + 0,0004 \times \Phi_{tub}) \times L$		
(caso 2 tiempos)		
$\Phi_{ep} = (0,075 + 0,0005 \times \Phi_{tub}) \times L$		
(caso 4 tiempos)		
Φ_{ep}	0,4125	kW

(diámetro tubería escape)

(longitud tubería)

(caso 2 tiempos)

(caso 4 tiempos)

Motor aux de	4	tiempos
Δt	320	K
Φ_{tub}	100	mm
L_{tug}	1,5	m
$\Phi_{ep} = (0,056 + 0,0004 \times \Phi_{tub}) \times L$		
(caso 2 tiempos)		
$\Phi_{ep} = (0,075 + 0,0005 \times \Phi_{tub}) \times L$		
(caso 4 tiempos)		
Φ_{ep}	0,1875	kW

(diámetro tubería escape)

(longitud tubería)

(caso 2 tiempos)

(caso 4 tiempos)

2.8. Emisión de calor de los tanques de calefacción contiguos a la cámara de máquinas

Superficie tanque	Emisión de calor Φ_t en kW/m ² , a una temperatura tanque de				
	60°C	70°C	80°C	90°C	100°C
No aislado	0,140	0,234	0,328	0,420	0,515
Con 30 mm aislamiento	0,020	0,035	0,050	0,060	0,080
Con 50 mm aislamiento	0,010	0,020	0,030	0,040	0,050

m2 tanque	
Φ_t	kW/m ²

Φ_t	kW	(total tanques)
----------	----	-----------------

2.9. Emisión de calor otros componentes

Φ_o	kW	(ej., compresores, turbina, reductor, etc.)
----------	----	---

Total:

$$q_h = (\Phi_{dp} + \Phi_{dg} + \Phi_b + \Phi_p + \Phi_g + \Phi_{el} + \Phi_{ep} + \Phi_t + \Phi_o) / (\rho \times c \times \Delta T) - 0,4 \times (q_1 + q_2) - q_3$$

q_h	1,84	m3/s
-------	------	------

3. Cálculo del flujo de aire total

$$Q_a = q_c + q_h$$

Q_a	2,511	m ³ /s
-------	-------	-------------------

$$Q_b = 1,5 \times q_c$$

Q_b	1,006	m ³ /s
-------	-------	-------------------

Q	2,511	m ³ /s	9.040	m3/h
-----	-------	-------------------	-------	------

17. ANÁLISIS COSTE BENEFICIO TENIENDO EN CUENTA EL NIVEL DE SEGURIDAD. CONSIDERACIÓN DE LA REDUCCIÓN DEL RIESGO. ETAPAS 4 Y 5 DEL FSA

Objetivo

Evaluar las medidas de control del riesgo determinadas en el capítulo anterior por medio de análisis de coste beneficio para determinar qué medidas pueden ser aplicables desde el punto de vista de análisis del riesgo y sus costes, teniendo en cuenta los niveles de seguridad calculados en esta tesis. Concluir el FSA de la tesis para sentar una metodología cuantitativa basada en riesgos para las embarcaciones de pesca de menos de 24 m de eslora que combine el FSA con el SLA.

1. Introducción

Durante la etapa 4 del FSA, el análisis coste-beneficio, se plantean diversas posibilidades tal y como indican las Directrices revisadas relativas a la evaluación formal de la seguridad [3]. Esta tesis plantea el uso de los costes para evitar un fallecimiento, que ya se explicaron en el capítulo 6, siendo el coste bruto para evitar un fallecimiento (GCAF),

$$GCAF = \frac{\Delta C}{\Delta R}$$

y el coste neto para evitar un fallecimiento (NCAF)

$$NCAF = \frac{\Delta C - \Delta B}{\Delta R} = GCAF - \frac{\Delta B}{\Delta R}$$

por su uso habitual dentro de la IMO para llevar a cabo FSA [119],[130] así como por la determinación de nivel de seguridad en base a costes que se llevó a cabo en el capítulo 13.

Tal y como se vio en el capítulo 16 se ha considerado que las medidas de control del riesgo tienen una efectividad para reducir las probabilidades de que se desencadene un accidente en el árbol “*bow-tie*”.

Una vez calculado en el capítulo anterior el coste de las medidas de control del riesgo en las embarcaciones de manera individual y anual se estimará por medio de los modelos y sus probabilidades el impacto económico en término de ΔB de los accidentes [148]. También se calculará la reducción del riesgo para cada medida ΔR para calcular los valores CAF y seleccionar las medidas que se podrían implantar. A la hora de categorizar las medidas dentro del análisis y poder establecer un ranking robusto se llevará a cabo un análisis de sensibilidad, que permita seleccionar las medidas que se podrían implantar.

En una segunda etapa, que no se va a llevar a cabo en esta tesis, se pueden establecer las relaciones entre las distintas RCOs y cómo se pueden agrupar calculando la eficacia, reducción de siniestros y el coste en conjuntos. Esto supondría una nueva iteración de los modelos para calcular ΔR y ΔB y una selección de medidas de control de riesgo agrupadas. No obstante se procederá a agrupar aquellas opciones de control del riesgo que superen el análisis del coste beneficio en opciones reglamentarias prácticas.

En este capítulo se tendrá en cuenta el nivel de seguridad que se calculó para cada uno de los tramos de esloras, que se indica en la sección 5 del capítulo 13 y que variará la selección de medidas de riesgo. Además, teniendo en cuenta los valores NCAF que se obtengan, sería posible seleccionar medidas en un

orden distinto. No obstante se recuerda, como se indicó el epígrafe 4.1 del capítulo 6, que los valores NCAF son difíciles de interpretar y arrastran un error de estimación, por lo que los FSA se han orientado tradicionalmente más bien hacia el uso del CGAF [70].

Esto se hizo notar cuando se calcularon los niveles de seguridad en el capítulo 13, con resultados que merecen un re-análisis. En particular esto es debido a la estimación de los beneficios de las medidas, que introducen incertidumbres llevando, por ejemplo, a que los resultados obtenidos para los factores f en base a NCAF son bajos, hacen más difícil su interpretación (ya que los valores obtenidos están más cercanos al 0,5 y los NCAF pueden ser negativos). Es por ello por lo que se necesitaría revisar los parámetros que dan lugar a los beneficios.

2. Cálculo de beneficios ΔB , Costes ΔC y reducción del riesgo ΔR

Para determinar los beneficios de las medidas de control del riesgo es necesario tener en cuenta la dificultad inducida en los modelos, por tener menos datos disponibles, y las imprecisiones en el cálculo de los beneficios. La modelización realizada actúa sobre las probabilidades y sobre el impacto económico. El problema de los modelos realizados es que estos no discriminan por tipos de pesca y además consideran todos los accidentes en un rango de esloras (dos grupos) y por tipo de avería (casco, máquinas e incendio), tal y como figuran en el Anexo 2 del capítulo 10 de la tesis.

En los modelos, a la hora de considerar las pérdidas de ingresos, se asumirá que la distribución de accidentes se mantiene de manera proporcional a partir del punto del árbol de eventos en el que se considera que la medida es efectiva. En general los beneficios asociados a la introducción de una medida de control del riesgo se basarán en la reducción de los costes que se eliminan al prevenir reparaciones, puestas en seco, pérdida de lucro por no poder faenar, etc... En relación al valor de la embarcación, los costes por pérdidas de capturas y costes de reparación se mantienen los valores estimados calculados en el capítulo 10 e incorporados en los modelos en el capítulo 11.

Estos modelos son mejorables por medio del desarrollo de modelos de bajo nivel o poblando progresivamente la base de datos para poder discretizar (dividir) posteriormente la misma y asignar probabilidades condicionadas más precisas en el árbol de fallos, de tal manera que el árbol de fallos diseñado esté perfectamente conectado con el de eventos.

En la estimación del NCAF la ausencia en el modelo del tipo de captura (tipo de embarcación de pesca) que no permite poder calcular beneficios de manera detallada, es sobrevenida por la propia filosofía del análisis de la etapa 4. El hecho de tener estos en cuenta de una manera más general supone una estimación a la baja (tal y como figura en el anexo del capítulo 10 frente a los valores estimados en la figura 3-8), lo cual hace que la estimación de ΔB sea más conservadora, con valores NCAF mas altos - menos negativos-. Por lo tanto de nuevo se impone prudencia para la implantación de opciones de control del riesgo, ya que el no discriminar por tipo de pesca o por zona de pesca hace que el propio análisis coste beneficio sea más inexacto.

El doctorando consideró otros costes (o beneficios) que no se tendrían en cuenta en los modelos como los costes de seguros (incrementos de las pólizas) o el impacto en los salarios o los costes de salvamento. Si bien todos ellos podrían haberse tenidos en cuenta, se han excluido por las siguientes razones.

- En relación al coste de las pólizas de seguros. No estimando cómo se reparte el impacto de los accidentes en toda la flota (es decir en qué proporción el coste por compensación de un accidente se reparte en todas las primas). Consultados aseguradores de pesqueros se indicó que el impacto de los accidentes varía en función de los siniestros. En caso de que aumenten los siniestros las primas pueden variar hasta un 10%. A modo de ejemplo, considerando una embarcación de 20 m de eslora, con un valor de 400.000 € y una prima anual de 8.000 € de seguro de casco y máquinas un incremento en los accidentes con respecto al año anterior hace subir la prima entre un 5% y un 10%

con respecto al año anterior, esto es 400 a 800 €. En el caso de una embarcación de 10 m, con valor de 110.000 € la prima puede ser de 1.300€ anuales y aplicando el mismo porcentaje de variación con un impacto anual de entre 80 € a 160 €. También se quiere hacer notar que en los buques pesqueros de mayor porte, además del casco y las máquinas se tiende a asegurar las capturas por su alto valor. Esto podría suceder también en los buques de altura entre 18 y 24 m de eslora. No obstante por la complejidad de introducir este aspecto en la tesis se dejará para trabajos posteriores.

- En relación a los salarios de los pescadores se entiende que están íntimamente ligados a los ingresos de la pesca por lo que solamente se consideran los ingresos de la pesca.
- Finalmente en relación con los costes de salvamento, si bien éstos son fácilmente estimables se desconoce en qué medida el hecho de implantar reglamentación para los pescadores redunde en un beneficio directo por el hecho de no tener que salir a rescatarlos. Este beneficio es indirecto para las embarcaciones de pesca de menos de 24 m, ya que se diluye en los impuestos que se pagan por disponer de este servicio. Asimismo no se puede cuantificar el impacto directo de estas medidas en los costes derivados de la implantación de las medidas en el plan nacional de salvamento. El salvamento es el último eslabón de la cadena de seguridad, cuando ya se ha producido el accidente. No obstante, en caso de que los accidentes en embarcaciones de pesca descendiesen de manera drástica por la implantación de medidas sí repercutiría en las necesidades de disponer medios de rescate. En esta tesis no se entrará a valorar el coste de las operaciones de salvamento para recuperar cadáveres ya que éstos obedecen a medidas de carácter social.

Dado que el NCAF y GACF suelen anualizarse [3] los modelos arrojan los datos que se presentan en la tabla 17-1, que se completa con los valores de PLL. La tabla muestra que hay un número de medio de 16,2 o 14,2 accidentes para cada grupo de esloras con un total de 3,35 o 1,5 fallecidos por año en los modelos.

Tabla 17-1. Cálculos anuales sobre la flota en los modelos

	Número medio de accidentes	PLL	Número medio de pérdidas de vidas humanas	Daños a las embarcaciones (€)	Perdida embarcación*año (€/embarcación *año)	Propiedad (€/embarcación*año)	Perdidas media de propiedad en la flota	PLS (potential loss of ship per year)	Número medio de pérdidas totales para la flota
L < 12m									
Colisión	6,5	0	0,00	6.308 €	1.926 €	6.308 €	1.102.970 €	$4,40 \cdot 10^{-3}$	0,714
Hundim.	3,3	$4,07 \cdot 10^{-4}$	1,00	12.296 €	4.304 €	12.296 €	2.149.939 €	$1,14 \cdot 10^{-2}$	1,857
Varada/vía de agua	4,6	$2,03 \cdot 10^{-5}$	0,64	1.487 €	1.011 €	1.487 €	260.005 €	$6,16 \cdot 10^{-3}$	1,000
Explosión/incendio	1,7	0	0,00	612 €	454 €	612 €	107.044 €	$4,84 \cdot 10^{-3}$	0,785
Escora	1,8	$1,59 \cdot 10^{-5}$	1,71	550 €	100 €	182€	156.071 €	0	0
L ≥ 12m									
Colisión	4,8	0	0,00	644 €	440 €	644 €	287.873 €	$1,65 \cdot 10^{-3}$	0,738
Hundim.	2,9	$4,07 \cdot 10^{-4}$	1,28	1.331 €	1027 €	1331 €	594.875 €	$4,501 \cdot 10^{-3}$	2,014
Varada/vía de agua	4,6	0	0,00	892 €	499 €	891 €	398.582 €	$2,40 \cdot 10^{-3}$	1,074
Explosión/incendio	1,9	$6,79 \cdot 10^{-5}$	0,21	395 €	210 €	395 €	176.610 €	$1,21 \cdot 10^{-3}$	0,538

Tal y como se indicó en los costes para los beneficios se considerará una depreciación del 2%.

En cuanto a la reducción del riesgo su variación se calculará en base a la efectividad de las opciones de control del riesgo que se introducen en el modelo, reduciendo la probabilidad de un accidente.

3. Análisis de coste beneficio (CBA)

Para el análisis coste beneficio se tendrán que tener en cuenta diferentes elementos en dos fases, la primera tomando como referencia la evolución de la flota, con el valor VPF calculado de acuerdo al LQI del capítulo 12 y una segunda, con variaciones mediante un análisis de sensibilidad, para poder finalmente decidir las RCOs a aplicar, de la siguiente manera.

Fase 1. Análisis CBA:

- previsión de evolución de la flota optimista y pesimista determinada en el capítulo 3, que repercute en los costes totales de las medidas ΔC ;
- valores máximos y mínimos de las medidas; y
- niveles de seguridad calculados en el capítulo 13, para GCAF y NCAF y alternativamente el del 100%.

Fase 2. Análisis de sensibilidad.

- considerando el valor VPF estimado para España en el capítulo 13 y alternativamente el estándar de la OMI;
- variaciones en las probabilidades de accidentes en los modelos;
- variando los costes de reparaciones, el valor de las embarcaciones, la pérdida diaria de ingresos y los días de reparación un 10% hacia arriba o hacia abajo;
- teniendo en cuenta las previsiones de efectividad máximas y mínimas determinadas por el grupo de expertos para cada una de las opciones de control del riesgo; y
- teniendo en cuenta la incertidumbre del modelo en cuanto a los costes de los accidentes y el número de fallecimientos derivado de los resultados de los modelos en el capítulo 13.

Así pues en la fase 1 el primer escenario corresponde a una evolución de la flota optimista, con un descenso del 2,5% con un máximo coste de las medidas de control del riesgo y el segundo corresponde a un descenso anual del 4,3% con costes mínimos, tal y como se puede ver en la figura 17-1.

Figura 17-1. Fase 1 del CBA

Estas dos gamas dan los valores máximos ($\Delta C1$) y mínimos ($\Delta C2$) de una primera estimación de costes correspondiendo a 25 años de vida útil de la embarcación. Como se indicó en el capítulo 16, a los efectos de cálculo de costes anuales de las medidas, se ha supuesto que la caída de la flota se frenaría a los 15 años para mantenerse estable (ya que no es lógico mantener una caída constante basada en las previsiones, aunque el modelo de previsión lo indique así).

También se quiere señalar que aunque el análisis realizado se basa en la evolución del censo en el periodo 2000 a 2013, tal y como se indica en el capítulo 2, este descenso estaría siguiendo una

trayectoria más optimista, tras la incorporación de los datos de 2014 y 2015. Con todo esto los costes obtenidos en el capítulo anterior se tendrán en cuenta para cada una de las RCOs considerando la reducción de accidentes y su efectividad, como en la figura 18-2 para las embarcaciones desde 12 m de eslora.

Figura 17-2: Muestra de cómo actúan las medidas de control del riesgo en los modelos en términos de % de accidentes afectados y efecto estimado en cuantificación económica y de fallecimientos para embarcaciones desde 12 m de eslora.

3.1. Fase 1 del CBA

En esta fase los valores GCAF y NCAF que queden por debajo del valor VPF estimado para España de acuerdo al LQI (con o sin corrección nivel de seguridad) son, en principio, las que deben considerarse para el desarrollo de normativa futura.

3.1.1. Embarcaciones desde 12 m de eslora.

3.1.1.1. Estimación para previsión optimista/pesimista.

Los resultados de cálculo de los valores GCAF y NCAF para las opciones de control del riesgo en todos los modelos (suma de los valores obtenidos en función de la eficacia en cada uno) se muestran en la tabla 17-2 en orden ascendente de los valores GCAF para la estimación optimista de la caída de la flota ($\Delta C1$). Mientras, la tabla 17-3 muestra las RCO para una versión pesimista de progresión de la flota ($\Delta C2$). Las tablas indican con el sombreado verde oscuro las medidas a aplicar, teniendo en cuenta el nivel de seguridad calculado en el capítulo 13, y en verde claro aquellas medidas que adicionalmente a las anteriores se pueden implantar si el nivel de seguridad se incrementa hasta el 100%.

Tabla 17-2. RCOs teniendo en cuenta la estimación de descenso de flota optimista ($\Delta C1$).

RCO	$\Delta C1$ valor máximo 2,5% de descenso (€)	Efecto estimado ΔPLL (fall/barco·año)	Efecto estimado ΔPLP (€/barco·año)	GCAF ($\Delta C1$) (€/fall)	NCAF ($\Delta C1$) (€/fall)
(RCO 10)	40.185 €	$2,93 \cdot 10^{-5}$	$1,031 \cdot 10^3$	$6,50 \cdot 10^5$	$-3,02 \cdot 10^7$
(RCO 8)	1.090.381 €	$3,36 \cdot 10^{-5}$	$8,897 \cdot 10^2$	$7,66 \cdot 10^5$	$-2,17 \cdot 10^7$
(RCO 1)	1.400.103 €	$2,61 \cdot 10^{-5}$	$8,964 \cdot 10^2$	$1,27 \cdot 10^6$	$-3,11 \cdot 10^7$
(RCO 14)	1.447.928 €	$1,77 \cdot 10^{-5}$	$6,306 \cdot 10^2$	$1,93 \cdot 10^6$	$-3,27 \cdot 10^7$
(RCO 18)	95.258 €	$1,14 \cdot 10^{-6}$	$4,968 \cdot 10^1$	$1,97 \cdot 10^6$	$-4,16 \cdot 10^7$
(RCO 9)	79.881 €	$1,08 \cdot 10^{-5}$	$3,959 \cdot 10^2$	$2,00 \cdot 10^6$	$-3,48 \cdot 10^7$
(RCO 17)	850.089 €	$9,51 \cdot 10^{-6}$	$8,571 \cdot 10^1$	$2,07 \cdot 10^6$	$-6,95 \cdot 10^6$
(RCO 4)	8.001.947 €	$6,41 \cdot 10^{-5}$	$2,349 \cdot 10^3$	$2,95 \cdot 10^6$	$-3,37 \cdot 10^7$
(RCO 6)	4.480.402 €	$3,26 \cdot 10^{-5}$	$1,087 \cdot 10^3$	$3,25 \cdot 10^6$	$-3,10 \cdot 10^7$
(RCO 5)	6.553.415 €	$4,18 \cdot 10^{-5}$	$1,204 \cdot 10^3$	$3,70 \cdot 10^6$	$-2,51 \cdot 10^7$
(RCO 7)	3.048.270 €	$1,87 \cdot 10^{-5}$	$4,450 \cdot 10^2$	$3,86 \cdot 10^6$	$-2,00 \cdot 10^7$
(RCO 11)	115.650 €	$7,33 \cdot 10^{-6}$	$5,494 \cdot 10^2$	$4,25 \cdot 10^6$	$-7,07 \cdot 10^7$
(RCO 22)	4.420.775 €	$4,98 \cdot 10^{-6}$	$2,038 \cdot 10^2$	$5,87 \cdot 10^6$	$-3,51 \cdot 10^7$
(RCO 3)	12.476.005 €	$4,89 \cdot 10^{-5}$	$1,914 \cdot 10^3$	$6,03 \cdot 10^6$	$-3,31 \cdot 10^7$
(RCO 12)	615.644 €	$3,20 \cdot 10^{-5}$	$1,050 \cdot 10^3$	$8,92 \cdot 10^6$	$-2,47 \cdot 10^7$
(RCO 15)	858.612 €	$2,27 \cdot 10^{-5}$	$7,881 \cdot 10^2$	$1,34 \cdot 10^7$	$-2,14 \cdot 10^7$
(RCO 16)	3.656.414 €	$3,67 \cdot 10^{-6}$	$4,902 \cdot 10^2$	$2,36 \cdot 10^7$	$-1,10 \cdot 10^8$
(RCO 2)	7.891.495 €	$2,38 \cdot 10^{-6}$	$1,035 \cdot 10^2$	$7,85 \cdot 10^7$	$3,49 \cdot 10^7$
(RCO 13)	487.866 €	$2,21 \cdot 10^{-6}$	$8,249 \cdot 10^1$	1,53.108	$1,16 \cdot 10^8$
(RCO 20)	621.133 €	$3,80 \cdot 10^{-7}$	$1,656 \cdot 10^1$	1,80.108	$1,37 \cdot 10^8$
(RCO 19)	68.508.566 €	$9,98 \cdot 10^{-6}$	$4,482 \cdot 10^2$	2,78.108	$2,33 \cdot 10^8$
(RCO 21)	837.173 €	$1,20 \cdot 10^{-6}$	$1,449 \cdot 10^1$	4,86.108	$4,74 \cdot 10^8$

Tabla 17-3. RCOs teniendo en cuenta la estimación de descenso de flota pesimista ($\Delta C2$).

RCO	$\Delta C2$ valor mínimo 4,3% de descenso (€)	Efecto estimado ΔPLL (fall/barco·año)	Efecto estimado ΔPLP (€/barco·año)	GCAF ($\Delta C2$) (€/fall)	NCAF ($\Delta C2$) (€/fall)
(RCO 10)	37.960 €	$2,93 \cdot 10^{-5}$	$1,03 \cdot 10^3$	$6,494 \cdot 10^5$	$-3,451 \cdot 10^7$
(RCO 8)	931.494 €	$3,36 \cdot 10^{-5}$	$8,89 \cdot 10^2$	$8,688 \cdot 10^5$	$-2,560 \cdot 10^7$
(RCO 1)	1.038.949 €	$2,61 \cdot 10^{-5}$	$8,96 \cdot 10^2$	$1,248 \cdot 10^6$	$-3,310 \cdot 10^7$
(RCO 9)	62.339 €	$1,08 \cdot 10^{-5}$	$3,95 \cdot 10^2$	$1,691 \cdot 10^6$	$-3,513 \cdot 10^7$
(RCO 14)	1.043.658 €	$1,77 \cdot 10^{-5}$	$6,30 \cdot 10^2$	$1,846 \cdot 10^6$	$-3,375 \cdot 10^7$
(RCO 18)	68.662 €	$1,14 \cdot 10^{-6}$	$4,96 \cdot 10^1$	$1,887 \cdot 10^6$	$-4,434 \cdot 10^7$
(RCO 7)	1.167.249 €	$1,87 \cdot 10^{-5}$	$4,45 \cdot 10^2$	$1,960 \cdot 10^6$	$-2,187 \cdot 10^7$
(RCO 17)	834.587 €	$9,51 \cdot 10^{-6}$	$8,57 \cdot 10^1$	$2,069 \cdot 10^6$	$-6,947 \cdot 10^6$
(RCO 4)	5.360.665 €	$6,41 \cdot 10^{-5}$	$2,34 \cdot 10^3$	$2,619 \cdot 10^6$	$-3,400 \cdot 10^7$
(RCO 6)	3.363.974 €	$3,26 \cdot 10^{-5}$	$1,08 \cdot 10^3$	$3,236 \cdot 10^6$	$-3,012 \cdot 10^7$
(RCO 11)	90.454 €	$7,33 \cdot 10^{-6}$	$5,49 \cdot 10^2$	$3,599 \cdot 10^6$	$-7,134 \cdot 10^7$
(RCO 5)	5.400.495 €	$4,18 \cdot 10^{-5}$	$1,20 \cdot 10^3$	$4,049 \cdot 10^6$	$-2,476 \cdot 10^7$
(RCO 3)	8.535.673 €	$4,89 \cdot 10^{-5}$	$1,91 \cdot 10^3$	$5,474 \cdot 10^6$	$-3,369 \cdot 10^7$
(RCO 22)	4.177.610 €	$4,98 \cdot 10^{-6}$	$1,99 \cdot 10^2$	$5,547 \cdot 10^6$	$-3,448 \cdot 10^7$
(RCO 12)	301.557 €	$2,32 \cdot 10^{-5}$	$7,92 \cdot 10^2$	$6,565 \cdot 10^6$	$-2,753 \cdot 10^7$
(RCO 16)	1.048.004 €	$3,67 \cdot 10^{-6}$	$4,90 \cdot 10^2$	$8,960 \cdot 10^6$	$-1,247 \cdot 10^8$
(RCO 15)	733.411 €	$2,27 \cdot 10^{-5}$	$7,88 \cdot 10^2$	$1,373 \cdot 10^7$	$-2,101 \cdot 10^7$
(RCO 2)	1.038.949 €	$2,38 \cdot 10^{-6}$	$1,03 \cdot 10^2$	$7,162 \cdot 10^7$	$2,806 \cdot 10^7$

(RCO 13)	199.134 €	$2,21 \cdot 10^{-6}$	$8,24 \cdot 10^1$	$7,627 \cdot 10^7$	$3,888 \cdot 10^7$
(RCO 20)	307.027 €	$3,80 \cdot 10^{-7}$	$1,65 \cdot 10^1$	$9,174 \cdot 10^7$	$4,818 \cdot 10^7$
(RCO 19)	55.833.957 €	$9,98 \cdot 10^{-6}$	$4,48 \cdot 10^2$	$2,756 \cdot 10^8$	$2,307 \cdot 10^8$
(RCO 21)	687.116 €	$1,20 \cdot 10^{-6}$	$1,44 \cdot 10^1$	$4,86 \cdot 10^8$	$4,740 \cdot 10^8$

3.1.1.2. RCOs a seleccionar para ambas estimaciones de costes ($\Delta C1$ y $\Delta C2$) combinando el nivel de seguridad.

Aquellas medidas que son aplicables a una parte de la flota (tales como las aplicables a embarcaciones entre 15 y 24 m de eslora L) han sido objeto de análisis en el modelo para el cálculo de los costes y los beneficios. Esto supone que para determinar los parámetros PLL (potential loss of life) y PLP (potential loss of property) solamente se utilizan los accidentes de la base de datos a los que les va a aplicar la medida. Los resultados que se obtienen para las dos previsiones de costes son bastante similares. Las tablas muestran los valores NCAF y GCAF calculados para las diferentes opciones de control del riesgo y adicionalmente la reducción de riesgo por medio de los valores PLL y PLP. La reducción del PLP es equivalente al beneficio económico de la medida de control del riesgo (RCO).

Las medidas dependen de los valores VPF asociados a los niveles de seguridad que figuran en la tabla 13-6. Las medidas por debajo de los valores 1,917 M€, correspondientes un ajuste del nivel de seguridad del 42,6% -multiplicando 4,50M€ por 0,426-, 3,6 M€ correspondientes a un nivel de seguridad del 80% -multiplicando 4,50M€ por 0,8- y de 4,50 M€ (para el caso del nivel de seguridad del 100%).

Las medidas que son eficientes en costes tanto para las dos previsiones de evolución de la flota estimados $\Delta C1$ y $\Delta C2$ y nivel de seguridad del 42,6% son las siguientes:

- Establecimientos de umbrales de puertas reglamentarios para las embarcaciones existentes así como mejora de las inspecciones de los medios de cierre a los efectos de KNs (RCO 10);
- Implantar marcas de calado en las embarcaciones existentes (RCO 8). De nuevo se plantea como una medida económica con un NCAF bastante negativo; y
- Mejora de la cultura de seguridad en el sector (RCO 1). Esta medida es interesante por cuanto es muy común en el sector aludir a este aspecto de la pesca.

Aumentando el nivel de seguridad al 80% al incorporar los accidentes hasta el 2015 las medidas anteriores se ampliarían a las siguientes:

- Cálculo de ventilación en cámara de máquinas (RCO 14). Esta medida no tiene sentido si no va asociada a la mejora de la ventilación en caso de que sea negativa;
- Implantación de carteles radio para comunicaciones (RCO 18). Aunque es una medida económica se supone que la reducción en el PLL es baja. No obstante destaca por tener un NCAF muy negativo;
- Control de la disposición general a bordo así como de los volúmenes a bordo. Control de las formas durante la construcción (RCO 9). Tal y como se indica en el capítulo anterior. La medida sin embargo, aunque tiene un NCAF negativo no es altamente significativo comparado con los otros;
- Detectores de humo en camarotes y de gases en cocina (RCO 17). Esta medida sigue siendo económica pero destaca su alto valor NCAF muy negativo;
- Mejora de los libros de estabilidad (RCO 4); y
- Marcado y Control del peso de las artes de pesca (RCO 6).

Aumentando el nivel de seguridad al 100% las medidas anteriores se ampliarían a las siguientes:

- Mejora del control del peso en rosca (RCO 5);
- Permitir estiba de la pesca en cubierta. (RCO 7); y

- Diseño y Control de las conexiones al casco (RCO 11). Esta medida se encuentra en el límite pero destaca también por su alto valor NCAF negativo.

Las RCO 4, 5, 6 y 7 parecen también aceptables en relación a la reducción de accidentes, sin embargo no tienen NCAFS altamente negativos. Todas se asocian a aspectos de estabilidad. En relación con el marcado de las artes de pesca no se entra en consideración otros aspectos medioambientales que serían altamente beneficiosos.

Para la evolución pesimista de la flota $\Delta C2$ las medidas RCO 14 y 18 podrían ser también aplicables al nivel de seguridad del 42,6 % además de las RCO 8,10 y 1. Las medidas relativas a estabilidad RCO 4, 5, 6 y 7 siguen aplicando para el nivel de seguridad del 100% para esta versión aunque aparecen en un distinto orden con respecto a $\Delta C1$. Las medidas con los valores NCAF más negativos se mantienen. Destaca la subida de RCO 7 y la bajada de RCO 5, por el efecto combinado de caída de la flota y tamaño de las embarcaciones a las que se les aplica la medida.

Se observa que una gran cantidad de medidas tienen un beneficio calculado más alto que los costes de instalación.

Las RCO siguientes:

- Portas de desagüe en embarcaciones (RCO 22);
- Mejora de los conocimientos sobre estabilidad de los patrones (RCO 3);
- Instalación de software de estabilidad a bordo (RCO 12);
- Mejora de los medios de ventilación de la cámara de máquinas (RCO 15); y
- Mejora de los medios de control de la cámara de máquinas desde el puente. (No aplicable al segmento de menos de 12 m de eslora (RCO 16)).

son medidas con un alto NCAF (negativo) a pesar de tener un GCAF que supere los valores indicados de acuerdo a los niveles de seguridad a tener en cuenta. Por ello estas medidas podrían considerarse desde el punto de vista NCAF. La medida RCO 16 tiene un efecto NCAF muy importante al obtenerse $-1,10 \cdot 10^8$ €/fallecimiento, por lo que merecería considerarse especialmente.

Finalmente las RCO siguientes:

- Realización de campañas concentradas de inspección (RCO 2);
- Control de calidad de los astilleros de construcción por parte de la Administración (RCO 13);
- Utilización de las medidas de seguimiento y control de las autoridades de pesca (RCO 20);
- Implantación de un sistema de gestión de la seguridad (RCO 19); y
- Construcción de las embarcaciones siguiendo el estándar de una Sociedad de Clasificación, aprobación de planos, exclusión de clasificación (RCO 21).

Tienen unos valores NCAF que superan los valores indicados anteriormente para los GCAF, con lo que no se deberían considerar. Tampoco es necesario evaluar los NCAF con el nivel de seguridad del 100% o el calculado del 15,4%, de 693.000 € -correspondiente a multiplicar 4,50M€ por 0,154- ya que todas las medidas tienen valores NCAF superiores.

En conclusión el paquete de medidas que se obtiene, tanto para el nivel de seguridad del 100%, el del 80% como el del 42,6% son suficientemente interesantes a considerar. Todas estas medidas tienen unos valores NCAF muy negativos, lo cual redundaría en su importancia.

3.1.2. Embarcaciones de menos de 12 m de eslora.

3.1.1.2 Estimación para previsión optimista/pesimista

De manera similar a lo indicado para las embarcaciones desde 12 m de eslora se ha procedido a realizar el análisis de coste beneficio. Los resultados para el cálculo de los valores GCAF y NCAF para las opciones de control del riesgo se muestran en la tabla 17-4 en orden ascendente de los valores GCAF para la estimación optimista de la caída de la flota del 2,5% anual hasta el año ($\Delta C1$). La tabla 17-5 muestra las RCO para una versión pesimista de progresión de la flota ($\Delta C2$).

Tabla 17-4.RCOs teniendo en cuenta la estimación de descenso de flota optimista ($\Delta C1$).

RCO	$\Delta C1$ valor máximo 2,5% de descenso (€)	Efecto estimado ΔPLL (fall/barco*año)	Efecto estimado ΔPLP (€/barco*año)	GCAF ($\Delta C1$) (€/fall)	NCAF ($\Delta C1$) (€/fall)
(RCO 1)	1.420.495 €	$1,338 \cdot 10^{-5}$	169	$9,811 \cdot 10^5$	$-1,214 \cdot 10^7$
(RCO 14)	1.767.457 €	$1,183 \cdot 10^{-5}$	132	$2,091 \cdot 10^6$	$-9,088 \cdot 10^6$
(RCO 7)	5.141.693 €	$1,552 \cdot 10^{-5}$	195	$3,062 \cdot 10^6$	$-9,491 \cdot 10^6$
(RCO 18)	243.448 €	$6,542 \cdot 10^{-7}$	10	$3,439 \cdot 10^6$	$-1,153 \cdot 10^7$
(RCO 9)	2.088.813 €	$6,216 \cdot 10^{-6}$	105	$4,466 \cdot 10^6$	$-1,246 \cdot 10^7$
(RCO 3)	18.366.837 €	$2,844 \cdot 10^{-5}$	348	$5,969 \cdot 10^6$	$-6,266 \cdot 10^6$
(RCO 11)	3.542.948 €	$7,517 \cdot 10^{-6}$	114	$6,264 \cdot 10^6$	$-8,947 \cdot 10^6$
(RCO 6)	536.770 €	$1,854 \cdot 10^{-5}$	290	$6,588 \cdot 10^6$	$-9,074 \cdot 10^6$
(RCO 5)	19.475.805 €	$2,172 \cdot 10^{-5}$	266	$8,288 \cdot 10^6$	$-3,978 \cdot 10^6$
(RCO 15)	28.504.327 €	$1,485 \cdot 10^{-5}$	177	$1,423 \cdot 10^7$	$2,330 \cdot 10^6$
(RCO 22)	1.788.168 €	$2,982 \cdot 10^{-6}$	60	$3,521 \cdot 10^7$	$1,519 \cdot 10^7$
(RCO 13)	253.546 €	$1,165 \cdot 10^{-6}$	16	$5,905 \cdot 10^7$	$4,5047 \cdot 10^7$
(RCO 2)	13.170.890 €	$1,363 \cdot 10^{-6}$	22	$8,931 \cdot 10^7$	$7,296 \cdot 10^7$
(RCO 21)	1.167.312 €	$8,626 \cdot 10^{-7}$	27	$6,065 \cdot 10^8$	$5,752 \cdot 10^8$

Tabla 17-5.RCOs teniendo en cuenta la estimación de descenso de flota pesimista ($\Delta C2$).

RCO	$\Delta C2$ valor mínimo 4,3% de descenso (€)	Efecto estimado ΔPLL (fall/barco*año)	Efecto estimado ΔPLP (€/barco*año)	GCAF ($\Delta C2$) (€/fall)	NCAF ($\Delta C2$) (€/fall)
(RCO 1)	1.059.341 €	$1,338 \cdot 10^{-5}$	169	$9,710 \cdot 10^5$	$-1,162 \cdot 10^7$
(RCO 7)	1.431.477 €	$1,552 \cdot 10^{-5}$	195	$1,131 \cdot 10^6$	$-1,142 \cdot 10^7$
(RCO 14)	1.312.187 €	$1,183 \cdot 10^{-5}$	132	$2,061 \cdot 10^6$	$-9,119 \cdot 10^6$
(RCO 5)	5.264.267 €	$2,172 \cdot 10^{-5}$	266	$2,973 \cdot 10^6$	$-9,293 \cdot 10^6$
(RCO 18)	175.476 €	$6,542 \cdot 10^{-7}$	10	$3,290 \cdot 10^6$	$-1,168 \cdot 10^7$
(RCO 9)	1.550.767 €	$6,216 \cdot 10^{-6}$	105	$4,328 \cdot 10^6$	$-1,260 \cdot 10^7$
(RCO 6)	314.665 €	$1,854 \cdot 10^{-5}$	290	$5,125 \cdot 10^6$	$-1,054 \cdot 10^7$
(RCO 3)	12.492.599 €	$2,844 \cdot 10^{-5}$	348	$5,388 \cdot 10^6$	$-6,847 \cdot 10^6$
(RCO 11)	2.379.830 €	$7,517 \cdot 10^{-6}$	114	$5,492 \cdot 10^6$	$-9,719 \cdot 10^6$
(RCO 15)	26.366.488 €	$1,485 \cdot 10^{-5}$	177	$1,481 \cdot 10^7$	$2,906 \cdot 10^6$
(RCO 22)	3.366.028 €	$2,982 \cdot 10^{-6}$	60	$1,671 \cdot 10^7$	$-3,316 \cdot 10^6$
(RCO 2)	1.059.341 €	$1,363 \cdot 10^{-6}$	22	$8,077 \cdot 10^7$	$6,442 \cdot 10^7$
(RCO 13)	413.276 €	$1,165 \cdot 10^{-6}$	16	$1,173 \cdot 10^8$	$1,037 \cdot 10^8$
(RCO 21)	1.309.378 €	$8,626 \cdot 10^{-7}$	27	$4,438 \cdot 10^8$	$4,125 \cdot 10^8$

3.1.2.2. Análisis para ambas estimaciones de costes ($\Delta C1$ y $\Delta C2$) combinando el nivel de seguridad

Del mismo modo que en el caso anterior, se ha de tener en cuenta que aquellas medidas que son aplicables a una parte de la flota (tales como aquellas medidas aplicables a embarcaciones entre 7,5 y 12 m de eslora L) han sido objeto de análisis particular para el cálculo de los costes y los beneficios.

Los resultados que se obtienen para las dos previsiones de costes son bastante similares. Las tablas muestran los valores NCAF y GCAF calculados para las diferentes opciones de control del riesgo y adicionalmente la reducción de riesgo por medio de los valores PLL y PLP, recordando de nuevo que la reducción del PLP es equivalente al beneficio económico de la medida de control del riesgo (RCO).

Las medidas se tendrán en cuenta dependiendo del nivel de seguridad: por debajo del nivel de seguridad del 95% -al multiplicar 4,50M€ por 0,95- en verde oscuro; del 100% -al aplicar los valores 4,50 M€- en verde claro y del 105%²³ -al multiplicar 4,50 M€ por 1,05- en verde más claro. En relación a los valores NCAF los valores serían 4,50 M€ (para el caso del nivel de seguridad del 100%) y de 2,29 M€ (en el caso de un nivel de seguridad del 51%, -que resulta de multiplicar 4,50M€ por 0,51-).

Las medidas que son eficientes en costes tanto para las dos previsiones de evolución de la flota estimados $\Delta C1$ y $\Delta C2$ y nivel de seguridad del 95%, 100% y 105% son:

- Mejora de la cultura de seguridad en el sector (RCO 1). Esta medida es interesante por cuanto es muy común en el sector aludir a este aspecto de la pesca;
- Permitir estiba de la pesca en cubierta. (RCO 7), que es aplicable a aquellas embarcaciones entre 7,5 m y 12m de eslora con cubierta;
- Implantación de carteles radio para comunicaciones (RCO 18). Aunque es una medida económica se supone que la reducción en el PLL es baja. No obstante destaca por tener un NCAF muy negativo; Control de la disposición general a bordo así como de los volúmenes a bordo. Control de las formas durante la construcción (RCO 9), solamente al aumentar el nivel de seguridad al 100% para el caso optimista y en todos los niveles para el pesimista; y
- En el caso pesimista $\Delta C2$ la opción de control del riesgo incluyen la Realización de la prueba de estabilidad cada 10 años (RCO 5)²⁴.

Estas medidas tiene un NCAF negativo significativamente alto.

Desde el punto de vista del valor GCAF las siguientes medidas no serán aplicables:

- Mejora de los conocimientos sobre estabilidad de los patrones (RCO 3);
- Diseño y Control de las conexiones al casco (RCO 11);
- Marcado y Control del peso de las artes de pesca (RCO 6);
- Mejora del control del peso en rosca (RCO 5) (solamente para la estimación de costes $\Delta C1$);
- Mejora de los medios de ventilación de la cámara de máquinas (RCO 15);
- Portas de desagüe en embarcaciones (RCO 22);
- Control de calidad de los astilleros de construcción por parte de la Administración (RCO 13);
- Realización de campañas concentradas de inspección (RCO 2); y
- Construcción de las embarcaciones siguiendo el estándar de una Sociedad de Clasificación, aprobación de planos, exclusión de clasificación (RCO 21).

A la hora de considerar la aplicación por valores NCAF, las medidas que en el párrafo anterior se consideraban no aplicables pasarían a serlo de la siguiente manera:

Para el nivel de seguridad del 100%:

²³ Actualizando el nivel de seguridad con los accidentes del 2014 y 2015

²⁴ Que es una versión distinta de la RCO 5 para embarcaciones desde 12 m de eslora.

- Control de la disposición general así como de los volúmenes a bordo. Control de las formas durante la construcción (RCO 9);
- Mejora de los conocimientos sobre estabilidad de los patrones (RCO 3);
- Diseño y Control de las conexiones al casco (RCO 11);
- Marcado y Control del peso de las artes de pesca (RCO 6);
- Mejora del control del peso en rosca (RCO 5), sólo para $\Delta C1$;
- Mejora de los medios de ventilación de la cámara de máquinas (RCO 15); sólo para $\Delta C2$; y
- Portas de desagüe en embarcaciones (RCO 22), sólo para $\Delta C2$.

Para el nivel de seguridad del 51%:

- Control de la disposición general a bordo así como de los volúmenes a bordo. Control de las formas durante la construcción (RCO 9);
- Mejora de los conocimientos sobre estabilidad de los patrones (RCO 3);
- Diseño y Control de las conexiones al casco (RCO 11);
- Marcado y Control del peso de las artes de pesca (RCO 6);
- Mejora del control del peso en rosca (RCO 5), sólo para $\Delta C1$; y.
- Portas de desagüe en embarcaciones (RCO 22).

Una de las medidas que destacan en el análisis de coste beneficio, por no superar éste, es la RCO relativa a las campañas concentradas de inspección (RCO 2). El coste, además del diseño de la campaña, se debe a la tasa de inspección que se aplicaría con respecto de la misma. No obstante a lo anterior, en caso de que esta medida se aplicase, se debería estudiar si el alcance de las otras inspecciones programadas se debe mantener y en qué medida ya que es posible que, si se redujese la tasa de inspección o no se cargara ninguna tasa, esta RCO sería asumible.

Otro de los aspectos interesantes es el número escaso de medidas, de tres a cinco, que resultan dentro de valores GCAF para las embarcaciones de pesca de menos de 12 m de eslora. El problema de base que se plantea es que, derivado del capítulo 13, el nivel de seguridad en términos de GCAF es de 94.5% mientras que en relación al NCAF el nivel de seguridad sería de 15 %. Este resultado corresponde a que las medidas implantadas durante los años 2007 a 2013, por el momento, no han reducido el riesgo lo suficiente (cociente del valor CAF) o a que los costes son excesivamente altos.

Además al plantearse el paquete de medidas impuesto por RD 543/2007 parece que las medidas implantadas están principalmente enfocadas a embarcaciones nuevas y a las embarcaciones que se han regularizado, lo cual no tiene impacto en toda la flota. Dado que no hay medidas para embarcaciones existentes es de esperar que el efecto de éstas tarde tiempo en producirse. Así el legislador debería plantearse medidas para embarcaciones existentes, si es que el riesgo fuese intolerable, lo cual no es el caso a tenor de las curvas FN obtenidas. Por otro lado la posición más conservadora a la hora de decidirse por implantar RCOs podría ser mantenerse en el uso del GCAF, teniendo en cuenta las incertidumbres en ΔB al comparar los modelos con los datos históricos, tal y como se ha venido indicando en este capítulo.

Por el contrario las medidas que se plantean para las embarcaciones desde 12 m eslora corresponden a un nivel de seguridad de 100% o del 42.6%. También en este caso puede ser conveniente, a la vista de las curvas FN plantearse una posición conservadora desde el punto de vista de la legislación a implantar.

3.2. Análisis de sensibilidad

Todos los datos que se han utilizado en el análisis de coste beneficio tienen incertidumbres. Por ejemplo los costes de reparación de una embarcación son estimaciones que cubren una variedad de posibles consecuencias de accidentes aunque se disponga de distribuciones. Las probabilidades (derivadas de las frecuencias) para las diferentes categorías de accidentes están también afectadas por incertidumbres. Por todo lo anterior, para poder proporcionar información adicional con respecto a la validez del análisis de coste beneficio realizado se llevó a cabo un análisis de sensibilidad que también permita estudiar el

impacto de la variación del VPF. Este aspecto sería interesante en caso de querer extrapolar los resultados a otros países o al entorno de la OMI. En esta fase 2 también se han seleccionado los casos más optimistas y pesimistas que se pueden presentar tal y como aparece en la figura 17-3, como se verá más adelante.

Figura 17-3. Análisis de sensibilidad llevados a cabo.

Las tablas obtenidas como resultado de este análisis se encuentran en el Anexo.

3.2.1. Variando el CAF

Tal y como se indicó en el capítulo 13 se podrían considerar dos valores distintos del VPF en el máximo límite aceptable, recordando que para la OMI el valor estándar establecido es de 3 millones de dólares, aunque los últimos FSA han considerado 4 millones. Por tanto se va considerar alternativamente el valor de 3,01 M€ frente al valor utilizado en los apartados anteriores de 4,50 M€, lo cual aumenta también los niveles de seguridad.

3.2.1.1.-Embarcaciones desde 12 m de eslora

Desde el punto de vista GCAF las medidas aplicables para el nivel de seguridad del 63.7% o 1,91M€ - el valor resultante de multiplicar 3,01M€ por 0,637- serían las siguientes:

- Establecimientos de umbrales de puertas reglamentarios para las embarcaciones existentes así como mejora de las inspecciones de los medios de cierre a los efectos de KNs (RCO 10);
- Implantar marcas de calado en las embarcaciones existentes (RCO 8);
- Mejora de la cultura de seguridad en el sector (RCO 1); y
- Implantación de carteles radio para comunicaciones (RCO 18), sólo para la estimación pesimista $\Delta C2$.

Las medidas aplicables para el nivel de seguridad del 100%, además de las arriba indicadas, serían las siguientes:

- Control de la disposición general a bordo así como de los volúmenes a bordo. Control de las formas durante la construcción (RCO 9). Tal y como se indica en el capítulo anterior. La medida sin embargo, aunque tiene un NCAF negativo no es altamente significativo comparado con los otros;
- Detectores de humo en camarotes y de gases en cocina (RCO 17). Esta medida sigue siendo económica pero destaca su alto valor NCAF muy negativo; y
- Mejora de los libros de estabilidad (RCO 4).

Teniendo en cuenta los accidentes del 2014 y 2015 el nivel de seguridad que resultaría sería del 120% o 3,61M€ -el valor resultante de multiplicar 3,01M€ por 1,2 a las anteriores se les sumarían éstas:

- Permitir estiba de la pesca en cubierta. (RCO 7), sólo para la estimación pesimista $\Delta C2$;
- Marcado y Control del peso de las artes de pesca (RCO 6); y
- Diseño y Control de las conexiones al casco (RCO 11).

En relación con los valores NCAF las medidas a implantar serían las siguientes (a sumar a las anteriores):

Para el nivel de seguridad del 100% (3,01 M€):

- Todas las indicadas anteriormente para el GCAF del 100%;
- Mejora del control del peso en rosca (RCO 5);
- Diseño y Control de las conexiones al casco (RCO 11);
- Portas de desagüe en embarcaciones (RCO 22);
- Mejora de los conocimientos sobre estabilidad de los patrones (RCO 3);
- Instalación de software de estabilidad a bordo (RCO 12);
- Mejora de los medios de ventilación de la cámara de máquinas (RCO 15);
- Mejora de los medios de control de la cámara de máquinas desde el puente. No aplicable al segmento de menos de 12 m de eslora (RCO 16); y
- Realización de campañas concentradas de inspección (RCO 2) (solo para la estimación de descenso de flota de $\Delta C2$).

Para el nivel de seguridad de 23% o 0,692 M€ -resultado de multiplicar 3,01 M€ por 0,23-:

- Todas las indicadas anteriormente para el GCAF del 120%;
- Mejora del control del peso en rosca (RCO 5);
- Diseño y Control de las conexiones al casco (RCO 11);
- Portas de desagüe en embarcaciones (RCO 22);
- Mejora de los conocimientos sobre estabilidad de los patrones (RCO 3);
- Instalación de software de estabilidad a bordo (RCO 12);
- Mejora de los medios de ventilación de la cámara de máquinas (RCO 15); y
- Mejora de los medios de control de la cámara de máquinas desde el puente. No aplicable al segmento de menos de 12 m de eslora (RCO 16).

Que son similares para el NCAF del 100%

3.2.1.2. Embarcaciones inferiores a 12 m de eslora.

Desde el punto de vista GCAF las medidas aplicables al 100% del nivel de seguridad o 3,01M€, serían las siguientes.

- Mejora de la cultura de seguridad en el sector (RCO 1). Esta medida es interesante por cuanto es muy común en el sector aludir a este aspecto de la pesca;
- Permitir estiba de la pesca en cubierta. (RCO 7), que es aplicable a aquellas embarcaciones entre 7,5 m y 12m de eslora con cubierta; y
- Mejora del control del peso en rosca (RCO 5), solamente para el crecimiento pesimista $\Delta C2$.

También desde el punto de vista GCAF las medidas aplicables al 141% del nivel de seguridad o 4,26M€ -como resultado de multiplicar 3,01M€ por 1,41se incrementaría a:

- Implantación de carteles radio para comunicaciones (RCO 18). Aunque es una medida económica se supone que la reducción en el PLL es baja. No obstante destaca por tener un NCAF muy negativo.

Incorporando los accidentes del periodo 2014 y 2015 el nivel de seguridad sería del 160% o 4,81 M€ -el resultado de multiplicar 3,01M€ por 1,6- Las medidas aplicables a este nivel de seguridad, además de las indicadas más arriba sería la siguiente:

- Control de la disposición general a bordo así como de los volúmenes a bordo. Control de las formas durante la construcción (RCO 9).

En relación con los valores NCAF las medidas a implantar para el nivel de seguridad del 76,3% o 2,296M€ -como resultado de multiplicar 3,01M€ por 0,763- son las siguientes, que coinciden con las del nivel de seguridad del 100% para el NCAF:

- Las calculadas para el nivel de seguridad del 160%;
- Mejora de los conocimientos sobre estabilidad de los patrones (RCO 3);
- Diseño y Control de las conexiones al casco (RCO 11);
- Marcado y Control del peso de las artes de pesca (RCO 6); y
- Mejora del control del peso en rosca (RCO 5).

3.2.2.- Efectividad y probabilidad

Teniendo en cuenta, tal y como se indica en el capítulo 11 epígrafe 3.6 los modelos tienen un ajuste distinto con respecto a la base de datos histórica, bien en base a fallecimientos o bien en cuanto a costes. Se va a proceder en el análisis de sensibilidad a incorporar una variación de la probabilidad de los accidentes en función de la diferencia entre los datos históricos de accidentes y los accidentes que se han considerado en los modelos, de acuerdo a la tabla 17-6. Asimismo se incorporarán a los modelos variaciones en los costes de reparaciones y los valores mínimos y máximos de la efectividad de las medidas de acuerdo a los valores estimados por el grupo de expertos, tal y como se indican en la figura 16-2, basándose solamente en valores GCAF.

Tabla 17-6. Variación de las frecuencias en los accidentes teniendo en cuenta los modelos y la base de datos histórica.

	L < 12 m			L ≥ 12 m		
	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima
Colisión	$4,12 \cdot 10^{-4}$	$6,15 \cdot 10^{-4}$	$1,03 \cdot 10^{-3}$	$1,09 \cdot 10^{-3}$	$1,64 \cdot 10^{-3}$	$2,73 \cdot 10^{-3}$
Hundimiento	$1,10 \cdot 10^{-3}$	$1,22 \cdot 10^{-3}$	$2,32 \cdot 10^{-3}$	$2,92 \cdot 10^{-3}$	$3,24 \cdot 10^{-3}$	$3,56 \cdot 10^{-3}$
Varada/vía de agua	$1,71 \cdot 10^{-3}$	$1,86 \cdot 10^{-3}$	$3,57 \cdot 10^{-3}$	$2,80 \cdot 10^{-3}$	$4,95 \cdot 10^{-3}$	$7,75 \cdot 10^{-3}$
Incendio/ Explosión	$3,08 \cdot 10^{-4}$	$3,21 \cdot 10^{-4}$	$6,29 \cdot 10^{-4}$	$5,69 \cdot 10^{-4}$	$8,54 \cdot 10^{-4}$	$1,42 \cdot 10^{-3}$
Escora	$4,14 \cdot 10^{-4}$	$3,34 \cdot 10^{-4}$	$6,03 \cdot 10^{-4}$			

No obstante, durante esta fase 2 en lugar de analizar estos aspectos por separado se ha decidido superponer los tres parámetros para obtener los valores más desfavorables y favorables posibles como indica la figura 17-3. En este sentido se combina la máxima efectividad de la medida con la máxima frecuencia del accidente y el mínimo coste para ofrecer un extremo del impacto de las medidas de control del riesgo y el contrario teniendo también en cuenta los dos escenarios de evolución de la flota que da lugar a dos tipos de costes, ΔC1 y ΔC2. Las tablas obtenidas se pueden consultar en el Anexo a este capítulo.

3.3.2.1. Embarcaciones desde 12 m de eslora L.

3.3.2.1.1. Mínima efectividad, mínimas frecuencias, máximo coste.

En este caso, para el nivel de seguridad del 42,6% (1,917M€) las medidas son:

- Establecimientos de umbrales de puertas reglamentarios para las embarcaciones existentes así como mejora de las inspecciones de los medios de cierre a los efectos de KNs (RCO 10); y
- Implantar marcas de calado en las embarcaciones existentes (RCO 8). De nuevo se plantea como una medida económica con un NCAF bastante negativo.

Al aumentar el nivel de seguridad al 80% las medidas que se implantarían, además de las anteriores serían:

- Control de las formas durante la construcción (RCO 9). Tal y como se indica en el capítulo anterior. La medida sin embargo, aunque tiene un NCAF negativo no es altamente significativo comparado con los otros; y
- Mejora de la cultura de seguridad en el sector (RCO 1).

Teniendo en cuenta el nivel de seguridad del 100% las medidas se ampliarían a las siguientes:

- Mejora de los libros de estabilidad (RCO 4);
- Marcado y Control del peso de las artes de pesca (RCO 6), sólo para $\Delta C1$; y
- Mejora del control del peso en rosca (RCO 5), sólo para $\Delta C1$.

Las tablas asociadas se pueden consultar en el anexo a este capítulo

3.3.2.1.2. Máxima efectividad, máximas frecuencias, mínimo coste.

Para el nivel de seguridad del 42,6% (1,917M€) las medidas son:

- Implantar marcas de calado en las embarcaciones existentes (RCO 8). De nuevo se plantea como una medida económica con un NCAF bastante negativo;
- Mejora de la cultura de seguridad en el sector (RCO 1);
- Implantación de carteles radio para comunicaciones (RCO 18). Aunque es una medida económica se supone que la reducción en el PLL es baja. No obstante destaca por tener un NCAF muy negativo;
- Detectores de humo en camarotes y de gases en cocina (RCO 17);
- Control de la disposición general a bordo así como de los volúmenes a bordo. Control de las formas durante la construcción (RCO 9);
- Establecimientos de umbrales de puertas reglamentarios para las embarcaciones existentes así como mejora de las inspecciones de los medios de cierre a los efectos de KNs (RCO 10);
- Permitir estiba de la pesca en cubierta. Aplicable a parte del segmento (RCO 7), sólo para $\Delta C 2$;
- Diseño y Control de las conexiones al casco (RCO 11); y
- Mejora de los libros de estabilidad (RCO 4).

Teniendo en cuenta el nivel de seguridad del 80% y al nivel de seguridad del 100% las medidas se ampliarían a las siguientes:

- Marcado y Control del peso de las artes de pesca (RCO 6);
- Mejora del control del peso en rosca (RCO 5);
- Portas de desagüe en embarcaciones (RCO 22);
- Permitir estiba de la pesca en cubierta. Aplicable a parte del segmento (RCO 7), sólo para $\Delta C 1$;
- Mejora de los conocimientos sobre estabilidad de los patrones (RCO 3);

- Instalación de software de estabilidad a bordo (RCO 12); sólo para $\Delta C2$.

3.3.2.2. Embarcaciones menores de 12 m de eslora L

3.3.2.2.1 Mínima efectividad, mínima frecuencia, máximo coste.

Para el nivel de seguridad del 95% los valores son similares que para el 100% y el 105%. Las medidas que se deberían implantar serían las siguientes.

- Mejora de la cultura de seguridad en el sector (RCO 1);
- Permitir estiba de la pesca en cubierta. Aplicable a parte del segmento. (RCO 7), sólo para $\Delta C2$; y
- Repetición de la prueba de estabilidad cada 10 años (RCO 5), sólo para $\Delta C2$.

Para los valores NCAF el nivel de seguridad es del 15.4% o 0,693 M€. En este sentido las medidas a implantar no cambiarían con respecto lo indicado en otros apartados y estas serían las que se indican en las tablas (las que tienen color azul) quedando fuera de potencial implantación las siguientes:

- Control de la disposición general a bordo así como de los volúmenes a bordo. Control de las formas durante la construcción (RCO 9);
- Implantación de carteles radio para comunicaciones (RCO 18). Aunque es una medida económica se supone que la reducción en el PLL es baja. No obstante destaca por tener un NCAF muy negativo;
- Mejora de los conocimientos sobre estabilidad de los patrones (RCO 3);
- Marcado y Control del peso de las artes de pesca (RCO 6);
- Diseño y Control de las conexiones al casco (RCO 11); y
- Repetición de la prueba de estabilidad cada 10 años (RCO 5), sólo $\Delta C1$.

3.3.2.2.2. Máxima efectividad, máxima frecuencia, mínimo coste.

Teniendo en cuenta los parámetros indicados con la máxima efectividad estimada por el grupo de expertos y las frecuencias indicadas en la tabla anterior las medidas que se podrían adoptar son las siguientes.

Para el nivel de seguridad del 94,50% los valores son similares que para el 100%. Las medidas que se deberían implantar serían las siguientes.

- Mejora de la cultura de seguridad en el sector (RCO 1);
- Implantación de carteles radio para comunicaciones (RCO 18);
- Permitir estiba de la pesca en cubierta. Aplicable a parte del segmento. (RCO 7);
- Control de la disposición general a bordo así como de los volúmenes a bordo. Control de las formas durante la construcción (RCO 9);
- Permitir estiba de la pesca en cubierta. Aplicable a parte del segmento. (RCO 7), sólo para $\Delta C1$;
- Mejora de los conocimientos sobre estabilidad de los patrones (RCO 3);
- Diseño y Control de las conexiones al casco (RCO 11);
- Marcado y Control del peso de las artes de pesca (RCO 6), sólo para $\Delta C2$.

Para el 105% se añadiría la siguiente medida.

- Marcado y Control del peso de las artes de pesca (RCO 6), sólo para $\Delta C1$.

Para los valores NCAF el nivel de seguridad es del 15.4% (lo cual supone 0,693 M€). En este sentido las medidas a implantar no cambiarían con respecto lo indicado en otros apartados y estas serían las que se indican en las tablas (las que tienen color azul) quedando fuera de potencial implantación las siguientes:

- Mejora de los medios de ventilación de la cámara de máquinas (RCO 15), sólo para $\Delta C2$;
- Portas de desagüe en embarcaciones (RCO 22);
- Control de calidad de los astilleros de construcción por parte de la Administración (RCO 13);
- Realización de campañas concentradas de inspección (RCO 2); y
- Construcción de las embarcaciones siguiendo el estándar de una Sociedad de Clasificación, aprobación de planos, exclusión de clasificación (RCO 21).

4. Etapa 5 del FSA. Discusión y selección de las RCO a aplicar

Una vez realizadas las fases 1 y 2 se puede comprobar que en las combinaciones figuran una serie de medidas que se mantienen en todos los casos y por tanto susceptibles de poder convertirse en norma o una acción efectiva de control del riesgo. Son las siguientes:

- Para las embarcaciones desde 12 m de eslora. Las medidas que resultan más relevantes y que se mantienen para todos los casos son:
 - o Establecimientos de umbrales de puertas reglamentarios para las embarcaciones existentes así como mejora de las inspecciones de los medios de cierre a los efectos de KNs (RCO 10);
 - o Implantar marcas de calado en las embarcaciones existentes (RCO 8); y
 - o En menor medida también destaca, aunque no supera el análisis de sensibilidad la Mejora de la cultura de seguridad en el sector (RCO 1).
- Para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora. Las medidas con un efecto más importante en parámetros GCAF son:
 - o Mejora de la cultura de seguridad en el sector (RCO 1);
 - o Implantación de carteles radio para comunicaciones (RCO 18); y
 - o Permitir estiba de la pesca en cubierta. Aplicable a parte del segmento (RCO 7).

En relación con estas medidas se concluye lo siguiente:

- Incrementar la cultura de seguridad (RCO 1) es una medida bastante compleja de evaluar, no obstante dado el historial de siniestros que existe en el sector se considera un aspecto importante a tener en cuenta. Parece que responde a lo obvio, que es que la formación en seguridad es importante y esta tesis lo constata.
- La medida de implantar marcas de calado en embarcaciones existentes (RCO 8), desde esloras de 15 m, es interesante dado que permite a los pescadores entender realmente como influyen los calados en sus condiciones de carga y crear con ello conciencia de seguridad. También permite rectificar deficiencias pendientes en las embarcaciones incluso desde su momento de proyecto y construcción.
- La medida de establecer umbrales para las embarcaciones existentes (RCO 10), para esloras desde 12 m, también es una medida interesante derivado de la tendencia a tener las aberturas abiertas en todo momento por necesidades operativas de ventilación. No obstante a lo anterior dado que estos umbrales no tienen que dar una falsa sensación de seguridad deben ir acompañados de inspecciones que permitan conocer el estado real de las aberturas incluso en operación.
- Para las embarcaciones menores de 12 m de eslora la medida de completar la información relativa a comunicaciones de emergencia (RCO 18) se ha considerado efectiva y a la vez económica. Normalmente estas embarcaciones no faenan lejos de la costa por lo que las víctimas pueden ser rescatadas con urgencia en caso de accidente, evitando más fallecimientos.
- Finalmente, derivado de las escoras y hundimientos, la medida de permitir la estiba en cubierta para las embarcaciones que dispongan de ella entre 7,5 m de eslora y 12 m de eslora (RCO 7) también se considera altamente efectiva en el análisis de coste beneficio y los modelos. En las embarcaciones menores calculadas con estabilidad de la Orden de 1964 [108] no se considera de manera precisa este peso tan desfavorable en cubierta, por lo que el añadirlo puede dar una indicación muy importante de la estabilidad de la que dispone la embarcación. Para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora la medida supone márgenes de estabilidades adicionales.

Tal y como se ha indicado anteriormente estas medidas son efectivas en costes incluso para los valores extremos.

Estas medidas resultarían aplicables para los niveles de seguridad calculados en el capítulo 13. Si se tienen en cuenta los niveles de seguridad teóricos del 100% la lista de medidas se haría más extensa (color verde claro en las tablas anteriores), destacando las siguientes medidas a aplicar.

- Para las embarcaciones desde 12 m de eslora las medidas que se podrían implantar, a sumar a las anteriores, son las siguientes.
 - o Implantación de carteles radio para comunicaciones (RCO 18). Es una medida operacional y económica aunque ofrece una reducción muy baja del PLL. Destaca por tener un NCAF muy negativo.
 - o Control de la disposición general a bordo así como de los volúmenes a bordo. Control de las formas durante la construcción (RCO 9).
 - o Detectores de humo en camarotes y de gases en cocina (RCO 17). Esta medida es de carácter técnico y sigue siendo económica pero destaca su alto valor NCAF muy negativo. Tal y como se vio en el capítulo anterior en el caso de disponer de camarotes los costes no son elevados.
 - o Mejora de los libros de estabilidad (RCO 4).
- Para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora la medida adicional que se puede implantar y que se mantiene en general durante el análisis de sensibilidad es:
 - o Control de la disposición general a bordo así como de los volúmenes a bordo. Control de las formas durante la construcción (RCO 9). Este aspecto se ha revelado esencial dado los continuos cambios que se ven en las embarcaciones de pesca desde su momento de construcción.

A la hora de reducir el VPF de 4,50 M€ a 3,01 M€ las medidas susceptibles de implantación no varían de una manera significativa con respecto al valor de 3,01 M€, al estar afectado el nivel de seguridad. En los últimos análisis realizados en el marco de la Organización Marítima Internacional se han elevado los VPF hasta los 6 u 8 millones de dólares, dado que el valor establecido en la Organización no estaba suficientemente actualizado. Obviamente en los países más desarrollados el margen de implantación es más alto a la vista de los valores VPF a tener en cuenta. Teniendo en cuenta que para el valor estándar de la OMI existen medidas que superan el análisis coste beneficio sería interesante comprobar cómo estas medidas podrían ser implantadas más allá de la escala nacional (siempre y cuando los modelos fuesen consistentes)

Tal y como se puede ver de la formulación empleada para el análisis coste-beneficio el valor ΔB es realmente sensible, sin embargo para los valores estimados en la tesis existe una relación bastante similar en el ΔC de la medida y el ΔB de la misma, (dominando los valores negativos en las medidas de control de riesgo), lo cual dispara considerablemente las medidas aplicables de acuerdo al NCAF con respecto al GCAF. En este sentido se hace complejo valorar acertadamente las medidas a implantar por NCAF, y por ello, derivado de las discrepancias del cálculo de los modelos, sería necesario depurar estos aún más. No obstante a lo anterior el número de medidas a implantar sería muy alto a tenor de lo que se puede observar en las tablas, siempre que el NCAF sea inferior al VPF modificado con el nivel de seguridad.

5. Conclusiones

Este capítulo contiene el resultado de la fase final del FSA, que es la evaluación de coste beneficio de las medidas en la etapa 4 y las recomendaciones para la toma de decisiones de la etapa 5. El trabajo se ha efectuado para las embarcaciones en el censo de pesca entre los años 2000 a 2013 de menos de 24 m de eslora y es la primera vez que se realiza un estudio de estas características en España.

Dado que el número de embarcaciones ha seguido descendiendo las previsiones de evolución de la flota siguen siendo aceptables, aunque tal vez la previsión optimista ($\Delta C1$) sea más realista.

Se han determinado las opciones de control del riesgo más viables desde el punto de vista del análisis coste beneficio para implantar en las embarcaciones de pesca menores de 24 m de eslora, en particular en base al criterio GCAF.

Se ha demostrado que es posible disponer de una metodología cuantitativa en el desarrollo de normativa nacional que supera los desarrollos actuales, basados en el principio de acción reacción.

Basado en el análisis coste beneficio llevado a cabo existe la necesidad de poblar la base de datos más para poder subdividir más los modelos y mejorar en el futuro, lo cual permitiría trabajar con más exactitud en la determinación de los riesgos, los costes y los beneficios. En este sentido a la vista de los resultados sería conveniente trabajar en modelos de bajo nivel para contrastar los resultados obtenidos en el FSA.

Durante el desarrollo de este FSA surge la duda de si hubiese sido conveniente trabajar en modelos para otras taxonomías de accidentes. Este asunto queda para ser investigado.

Las RCM seleccionadas por el grupo de expertos y por tanto consideradas como RCOs no sugieren el desarrollo de normativa radicalmente nueva y no están basadas en nuevas formulaciones (tal y como podría ser el caso si se plantease la aplicación de criterios de estabilidad nuevos o de segunda generación como los que se están desarrollando en la OMI). Esto no significa que no serían beneficiosos, sino que son difíciles de cuantificar en los modelos desarrollados. A modo de ejemplo la aplicación de criterios de estabilidad de segunda generación solamente son aplicables en una muestra pequeña de las embarcaciones para las que se ha experimentado hasta el momento, por lo que plantear medidas como esta requeriría estudios más profundos. Además el trabajo realizado durante la determinación de las RCOs y la evaluación de su efectividad sugiere mejoras en el árbol de eventos y fallos, en particular el hundimiento, como se indicó en capítulos anteriores.

El análisis permite ver cómo hay una serie de medidas de difícil implantación en las embarcaciones de pesca, por ejemplo un sistema de gestión de la seguridad, la instalación de software de estabilidad o mejoras en los conocimientos sobre estabilidad de los patrones de una manera estructurada y práctica [149], la mejora de ventilación en cámara de máquinas, la automatización de embarcaciones existentes o la construcción de las embarcaciones de pesca siguiendo el estándar de una organización reconocida. Estas son medidas que podrían haberse planteado por parte del legislador. Este FSA demuestra, en principio y a falta de una mejora en los modelos de costes para estimar mejor ΔB , que no serían aceptables desde el punto de vista del análisis realizado.

Curiosamente una medida aparentemente sencilla como la realización de campañas concentradas de inspección (RCO 2) también queda excluida por lo que merecería un estudio aparte, dentro por ejemplo de la implantación de un sistema de inspección basado en riesgos, con indicadores de rendimiento para que las embarcaciones se inspeccionen de manera más específica, premiando a los armadores que cumplen.

Capítulo 17. Anexo. Análisis de sensibilidad en el análisis coste beneficio.

Tabla A-17-1. CBA. Análisis de sensibilidad. Embarcaciones desde 12 m de eslora L.1 Mínima efectividad, mínimas frecuencias, mínimo coste para $\Delta C1$

RCO	$\Delta C1$ valor máximo 2,5% de descenso (€)	Efecto estimado ΔPLL (fall/barco*año)	Efecto estimado ΔPLP (€/barco*año)	GCAF ($\Delta C1$) (€/fall)	NCAF ($\Delta C1$) (€/fall)
(RCO 10)	40.185 €	$1,92 \cdot 10^{-5}$	$6,776 \cdot 10^2$	9,92.105	$-3,43 \cdot 10^7$
(RCO 8)	1.090.381 €	$2,17 \cdot 10^{-5}$	$5,747 \cdot 10^2$	1,19 $\cdot 10^6$	$-2,53 \cdot 10^7$
(RCO 9)	79.881 €	$8,53 \cdot 10^{-6}$	$3,136 \cdot 10^2$	2,52 $\cdot 10^6$	$-3,42 \cdot 10^7$
(RCO 1)	1.400.103 €	$1,08 \cdot 10^{-5}$	$4,270 \cdot 10^2$	3,06 $\cdot 10^6$	$-3,65 \cdot 10^7$
(RCO 18)	95.258 €	$5,78 \cdot 10^{-7}$	$2,892 \cdot 10^1$	3,89 $\cdot 10^6$	$-4,61 \cdot 10^7$
(RCO 4)	8.001.947 €	$4,48 \cdot 10^{-5}$	$1,617 \cdot 10^3$	4,22 $\cdot 10^6$	$-3,19 \cdot 10^7$
(RCO 6)	4.480.402 €	$2,49 \cdot 10^{-5}$	$8,455 \cdot 10^2$	4,25 $\cdot 10^6$	$-2,97 \cdot 10^7$
(RCO 5)	6.553.415 €	$3,31 \cdot 10^{-5}$	$9,250 \cdot 10^2$	4,68 $\cdot 10^6$	$-2,33 \cdot 10^7$
(RCO 14)	1.447.928 €	$6,40 \cdot 10^{-6}$	$2,577 \cdot 10^2$	5,34 $\cdot 10^6$	$-3,49 \cdot 10^7$
(RCO 7)	3.048.270 €	$1,14 \cdot 10^{-5}$	$2,716 \cdot 10^2$	6,31 $\cdot 10^6$	$-1,75 \cdot 10^7$
(RCO 11)	115.650 €	$4,80 \cdot 10^{-6}$	$3,646 \cdot 10^2$	6,49 $\cdot 10^6$	$-6,95 \cdot 10^7$
(RCO 3)	12.476.005 €	$3,73 \cdot 10^{-5}$	$1,474 \cdot 10^3$	7,89 $\cdot 10^6$	$-3,16 \cdot 10^7$
(RCO 12)	615.644 €	$2,03 \cdot 10^{-5}$	$6,654 \cdot 10^2$	1,41 $\cdot 10^7$	$-1,88 \cdot 10^7$
(RCO 15)	858.612 €	$1,35 \cdot 10^{-5}$	$5,095 \cdot 10^2$	2,24 $\cdot 10^7$	$-1,52 \cdot 10^7$
(RCO 22)	4.420.775 €	$1,09 \cdot 10^{-6}$	$8,227 \cdot 10^1$	2,69 $\cdot 10^7$	$-4,88 \cdot 10^7$
(RCO 17)	850.089 €	$7,11 \cdot 10^{-7}$	$6,436 \cdot 10^1$	2,76 $\cdot 10^7$	$-6,28 \cdot 10^7$
(RCO 2)	7.891.495 €	$1,08 \cdot 10^{-6}$	$5,239 \cdot 10^1$	1,73 $\cdot 10^8$	$1,24 \cdot 10^8$
(RCO 13)	487.866 €	$1,25 \cdot 10^{-6}$	$4,739 \cdot 10^1$	2,71 $\cdot 10^8$	$2,33 \cdot 10^8$
(RCO 20)	621.133 €	$1,45 \cdot 10^{-7}$	$7,229 \cdot 10^0$	4,74 $\cdot 10^8$	$4,24 \cdot 10^8$
(RCO 19)	68.508.566 €	$4,84 \cdot 10^{-6}$	$2,348 \cdot 10^2$	5,72 $\cdot 10^8$	$5,23 \cdot 10^8$
(RCO 16)	3.656.414 €	$1,49 \cdot 10^{-7}$	$2,689 \cdot 10^2$	5,78 $\cdot 10^8$	$-1,22 \cdot 10^9$
(RCO 21)	837.173 €	$6,64 \cdot 10^{-8}$	$7,954 \cdot 10^0$	8,75 $\cdot 10^9$	$8,63 \cdot 10^9$

Tabla A-17-2 CBA. Análisis de sensibilidad. Embarcaciones desde 12 m de eslora L.1 Mínima efectividad, mínimas frecuencias, mínimo coste para $\Delta C2$

RCO	$\Delta C2$ valor mínimo 4,3% de descenso (€)	Efecto estimado ΔPLL (fall/barco*año)	Efecto estimado ΔPLP (€/barco*año)	GCAF ($\Delta C2$) (€/fall)	NCAF ($\Delta C2$) (€/fall)
(RCO 10)	37.960 €	$1,92 \cdot 10^{-5}$	$6,776 \cdot 10^2$	9,92.105	$-3,43 \cdot 10^7$
(RCO 8)	931.494 €	$2,17 \cdot 10^{-5}$	$5,747 \cdot 10^2$	1,34 $\cdot 10^6$	$-2,51 \cdot 10^7$
(RCO 9)	62.339 €	$8,53 \cdot 10^{-6}$	$3,136 \cdot 10^2$	2,13 $\cdot 10^6$	$-3,46 \cdot 10^7$
(RCO 1)	1.038.949 €	$1,08 \cdot 10^{-5}$	$4,270 \cdot 10^2$	3,02 $\cdot 10^6$	$-3,66 \cdot 10^7$
(RCO 7)	1.167.249 €	$1,14 \cdot 10^{-5}$	$2,716 \cdot 10^2$	3,21 $\cdot 10^6$	$-2,06 \cdot 10^7$
(RCO 18)	68.662 €	$5,78 \cdot 10^{-7}$	$2,892 \cdot 10^1$	3,72 $\cdot 10^6$	$-4,63 \cdot 10^7$
(RCO 4)	5.360.665 €	$4,48 \cdot 10^{-5}$	$1,617 \cdot 10^3$	3,75 $\cdot 10^6$	$-3,23 \cdot 10^7$
(RCO 6)	3.363.974 €	$2,49 \cdot 10^{-5}$	$8,455 \cdot 10^2$	4,24 $\cdot 10^6$	$-2,97 \cdot 10^7$
(RCO 14)	1.043.658 €	$6,40 \cdot 10^{-6}$	$2,577 \cdot 10^2$	5,11 $\cdot 10^6$	$-3,52 \cdot 10^7$
(RCO 5)	5.400.495 €	$3,31 \cdot 10^{-5}$	$9,250 \cdot 10^2$	5,12 $\cdot 10^6$	$-2,29 \cdot 10^7$
(RCO 11)	90.454 €	$4,80 \cdot 10^{-6}$	$3,646 \cdot 10^2$	5,50 $\cdot 10^6$	$-7,05 \cdot 10^7$
(RCO 3)	8.535.673 €	$3,73 \cdot 10^{-5}$	$1,474 \cdot 10^3$	7,17 $\cdot 10^6$	$-3,23 \cdot 10^7$
(RCO 12)	301.557 €	$2,03 \cdot 10^{-5}$	$6,654 \cdot 10^2$	7,52 $\cdot 10^6$	$-2,53 \cdot 10^7$

(RCO 15)	733.411 €	$1,35 \cdot 10^{-5}$	$5,095 \cdot 10^2$	$2,30 \cdot 10^7$	$-1,46 \cdot 10^7$
(RCO 22)	4.177.610 €	$1,09 \cdot 10^{-6}$	$8,227 \cdot 10^1$	$2,54 \cdot 10^7$	$-5,03 \cdot 10^7$
(RCO 17)	834.587 €	$7,11 \cdot 10^{-7}$	$6,436 \cdot 10^1$	$2,77 \cdot 10^7$	$-6,28 \cdot 10^7$
(RCO 13)	199.134 €	$1,25 \cdot 10^{-6}$	$4,739 \cdot 10^1$	$1,35 \cdot 10^8$	$9,69 \cdot 10^7$
(RCO 2)	1.038.949 €	$1,08 \cdot 10^{-6}$	$5,239 \cdot 10^1$	$1,58 \cdot 10^8$	$1,09 \cdot 10^8$
(RCO 16)	1.048.004 €	$1,49 \cdot 10^{-7}$	$2,689 \cdot 10^2$	$2,20 \cdot 10^8$	$-1,58 \cdot 10^9$
(RCO 20)	307.027 €	$1,45 \cdot 10^{-7}$	$7,229 \cdot 10^0$	$2,41 \cdot 10^8$	$1,91 \cdot 10^8$
(RCO 19)	55.833.957 €	$4,84 \cdot 10^{-6}$	$2,348 \cdot 10^2$	$5,68 \cdot 10^8$	$5,19 \cdot 10^8$
(RCO 21)	687.116 €	$6,64 \cdot 10^{-8}$	$7,954 \cdot 10^0$	$8,75 \cdot 10^9$	$8,63 \cdot 10^9$

Tabla A-17-3 CBA. Análisis de sensibilidad. Embarcaciones desde 12 m de eslora L. Máxima efectividad, Máxima frecuencia, mínimo coste para $\Delta C1$

RCO	$\Delta C1$ valor máximo 2,5% de descenso (€)	Efecto estimado ΔPLL (fall/barco*año)	Efecto estimado ΔPLP (€/barco*año)	GCAF ($\Delta C1$) (€/fall)	NCAF ($\Delta C1$) (€/fall)
(RCO 8)	1.090.381 €	$4,42 \cdot 10^{-5}$	$1,194 \cdot 10^3$	$5,829 \cdot 10^5$	$-2,645 \cdot 10^7$
(RCO 1)	1.400.103 €	$3,80 \cdot 10^{-5}$	$1,300 \cdot 10^3$	$8,710 \cdot 10^5$	$-3,337 \cdot 10^7$
(RCO 18)	95.258 €	$2,18 \cdot 10^{-6}$	$9,483 \cdot 10^1$	$1,034 \cdot 10^6$	$-4,254 \cdot 10^7$
(RCO 17)	850.089 €	$1,62 \cdot 10^{-5}$	$1,458 \cdot 10^2$	$1,215 \cdot 10^6$	$-7,801 \cdot 10^6$
(RCO 14)	1.447.928 €	$2,31 \cdot 10^{-5}$	$8,438 \cdot 10^2$	$1,482 \cdot 10^6$	$-3,507 \cdot 10^7$
(RCO 9)	79.881 €	$1,40 \cdot 10^{-5}$	$5,147 \cdot 10^2$	$1,537 \cdot 10^6$	$-3,525 \cdot 10^7$
(RCO 10)	40.185 €	$5,60 \cdot 10^{-5}$	$1,924 \cdot 10^3$	$1,537 \cdot 10^6$	$-3,525 \cdot 10^7$
(RCO 11)	115.650 €	$1,05 \cdot 10^{-5}$	$8,134 \cdot 10^2$	$1,537 \cdot 10^6$	$-3,525 \cdot 10^7$
(RCO 4).	8.001.947 €	$1,01 \cdot 10^{-4}$	$3,579 \cdot 10^3$	$1,876 \cdot 10^6$	$-3,366 \cdot 10^7$
(RCO 6)	4.480.402 €	$4,78 \cdot 10^{-5}$	$1,592 \cdot 10^3$	$2,214 \cdot 10^6$	$-3,108 \cdot 10^7$
(RCO 5)	6.553.415 €	$6,53 \cdot 10^{-5}$	$1,839 \cdot 10^3$	$2,370 \cdot 10^6$	$-2,579 \cdot 10^7$
(RCO 22)	4.420.775 €	$1,07 \cdot 10^{-5}$	$3,730 \cdot 10^2$	$2,734 \cdot 10^6$	$-3,216 \cdot 10^7$
(RCO 7)	3.048.270 €	$2,49 \cdot 10^{-5}$	$5,875 \cdot 10^2$	$2,887 \cdot 10^6$	$-2,067 \cdot 10^7$
(RCO 3)	12.476.005 €	$8,67 \cdot 10^{-5}$	$3,154 \cdot 10^3$	$3,397 \cdot 10^6$	$-3,296 \cdot 10^7$
(RCO 12)	615.644 €	$4,82 \cdot 10^{-5}$	$1,632 \cdot 10^3$	$5,911 \cdot 10^6$	$-2,793 \cdot 10^7$
(RCO 15)	858.612 €	$3,15 \cdot 10^{-5}$	$1,105 \cdot 10^3$	$9,640 \cdot 10^6$	$-2,545 \cdot 10^7$
(RCO 16)	3.656.414 €	$5,74 \cdot 10^{-6}$	$7,217 \cdot 10^2$	$1,505 \cdot 10^7$	$-1,107 \cdot 10^8$
(RCO 2)	7.891.495 €	$6,30 \cdot 10^{-6}$	$2,484 \cdot 10^2$	$2,961 \cdot 10^7$	$-9,847 \cdot 10^6$
(RCO 13)	487.866 €	$3,34 \cdot 10^{-6}$	$1,381 \cdot 10^2$	$1,012 \cdot 10^8$	$5,992 \cdot 10^7$
(RCO20).	621.133 €	$6,53 \cdot 10^{-7}$	$2,845 \cdot 10^1$	$1,049 \cdot 10^8$	$6,134 \cdot 10^7$
(RCO 19)	68.508.566 €	$2,29 \cdot 10^{-5}$	$1,027 \cdot 10^3$	$1,212 \cdot 10^8$	$7,626 \cdot 10^7$
(RCO 21).	837.173 €	$1,80 \cdot 10^{-6}$	$2,478 \cdot 10^1$	$3,22 \cdot 10^8$	$3,08 \cdot 10^8$

Tabla A-17-4. CBA. Análisis de sensibilidad. Embarcaciones desde 12 m de eslora L. Máxima efectividad, Máxima frecuencia, mínimo coste para $\Delta C2$

RCO	$\Delta C2$ valor mínimo 4,3% de descenso (€)	Efecto estimado ΔPLL (fall/barco*año)	Efecto estimado ΔPLP (€/barco*año)	GCAF ($\Delta C2$) (€/fall)	NCAF ($\Delta C2$) (€/fall)
(RCO 8)	931.494 €	$4,42 \cdot 10^{-5}$	$1,194 \cdot 10^3$	$6,608 \cdot 10^5$	$-2,637 \cdot 10^7$
(RCO 1)	1.038.949 €	$3,80 \cdot 10^{-5}$	$1,300 \cdot 10^3$	$8,577 \cdot 10^5$	$-3,339 \cdot 10^7$
(RCO 18)	68.662 €	$2,18 \cdot 10^{-6}$	$9,483 \cdot 10^1$	$9,889 \cdot 10^5$	$-4,258 \cdot 10^7$
(RCO 17)	834.587 €	$1,62 \cdot 10^{-5}$	$1,458 \cdot 10^2$	$1,216 \cdot 10^6$	$-7,800 \cdot 10^6$
(RCO 9)	62.339 €	$1,40 \cdot 10^{-5}$	$5,147 \cdot 10^2$	$1,300 \cdot 10^6$	$-3,549 \cdot 10^7$
(RCO 10)	37.960 €	$5,60 \cdot 10^{-5}$	$1,924 \cdot 10^3$	$1,300 \cdot 10^6$	$-3,549 \cdot 10^7$
(RCO 11)	90.454 €	$1,05 \cdot 10^{-5}$	$8,134 \cdot 10^2$	$1,300 \cdot 10^6$	$-3,549 \cdot 10^7$

(RCO 14)	1.043.658 €	$2,31 \cdot 10^{-5}$	$8,438 \cdot 10^2$	$1,417 \cdot 10^6$	$-3,514 \cdot 10^7$
(RCO 7)	1.167.249 €	$2,49 \cdot 10^{-5}$	$5,875 \cdot 10^2$	$1,467 \cdot 10^6$	$-2,209 \cdot 10^7$
(RCO 4)	5.360.665 €	$1,01 \cdot 10^{-4}$	$3,579 \cdot 10^3$	$1,668 \cdot 10^6$	$-3,386 \cdot 10^7$
(RCO 6)	3.363.974 €	$4,78 \cdot 10^{-5}$	$1,592 \cdot 10^3$	$2,206 \cdot 10^6$	$-3,109 \cdot 10^7$
(RCO 22)	4.177.610 €	$1,07 \cdot 10^{-5}$	$3,730 \cdot 10^2$	$2,584 \cdot 10^6$	$-3,231 \cdot 10^7$
(RCO 5)	5.400.495 €	$6,53 \cdot 10^{-5}$	$1,839 \cdot 10^3$	$2,591 \cdot 10^6$	$-2,557 \cdot 10^7$
(RCO 3)	8.535.673 €	$8,67 \cdot 10^{-5}$	$3,154 \cdot 10^3$	$3,085 \cdot 10^6$	$-3,327 \cdot 10^7$
(RCO 12)	301.557 €	$4,82 \cdot 10^{-5}$	$1,632 \cdot 10^3$	$3,163 \cdot 10^6$	$-3,068 \cdot 10^7$
(RCO 16)	1.048.004 €	$5,74 \cdot 10^{-6}$	$7,217 \cdot 10^2$	$5,726 \cdot 10^6$	$-1,201 \cdot 10^8$
(RCO 15)	733.411 €	$3,15 \cdot 10^{-5}$	$1,105 \cdot 10^3$	$9,896 \cdot 10^6$	$-2,520 \cdot 10^7$
(RCO 2)	1.038.949 €	$6,30 \cdot 10^{-6}$	$2,484 \cdot 10^2$	$2,703 \cdot 10^7$	$-1,243 \cdot 10^7$
(RCO 13)	199.134 €	$3,34 \cdot 10^{-6}$	$1,381 \cdot 10^2$	$5,035 \cdot 10^7$	$9,026 \cdot 10^6$
(RCO 20).	307.027 €	$6,53 \cdot 10^{-7}$	$2,845 \cdot 10^1$	$5,342 \cdot 10^7$	$9,844 \cdot 10^6$
(RCO 19)	55.833.957 €	$2,29 \cdot 10^{-5}$	$1,027 \cdot 10^3$	$1,203 \cdot 10^8$	$7,541 \cdot 10^7$
(RCO 21).	687.116 €	$1,80 \cdot 10^{-6}$	$2,478 \cdot 10^1$	$3,22 \cdot 10^8$	$3,08 \cdot 10^8$

Tabla A-17-5. CBA. Análisis de sensibilidad. Embarcaciones menores de 12 m de eslora L. Mínima efectividad, Mínima frecuencia, mínimo coste para $\Delta C1$

RCO	$\Delta C1$ valor máximo 2,5% de descenso (€)	Efecto estimado ΔPLL (fall/barco*año)	Efecto estimado ΔPLP (€/barco*año)	GCAF ($\Delta C1$) (€/fall)	NCAF ($\Delta C1$) (€/fall)
(RCO 1)	1.420.495 €	$6,394 \cdot 10^{-6}$	$8,904 \cdot 10^1$	$2,054 \cdot 10^6$	$-1,187 \cdot 10^7$
(RCO 14)	1.767.457 €	$5,154 \cdot 10^{-6}$	$6,306 \cdot 10^1$	$4,803 \cdot 10^6$	$-7,433 \cdot 10^6$
(RCO 7)	5.141.693 €	$9,829 \cdot 10^{-6}$	$1,236 \cdot 10^2$	$4,835 \cdot 10^6$	$-7,738 \cdot 10^6$
(RCO 9)	2.088.813 €	$4,924 \cdot 10^{-6}$	$8,589 \cdot 10^1$	$5,638 \cdot 10^6$	$-1,181 \cdot 10^7$
(RCO 18)	243.448 €	$3,808 \cdot 10^{-7}$	$5,798 \cdot 10^0$	$5,909 \cdot 10^6$	$-9,317 \cdot 10^6$
(RCO 3)	18.366.837 €	$2,126 \cdot 10^{-5}$	$2,669 \cdot 10^2$	$7,985 \cdot 10^6$	$-4,5067 \cdot 10^6$
(RCO 11)	3.542.948 €	$5,181 \cdot 10^{-6}$	$7,912 \cdot 10^1$	$9,089 \cdot 10^6$	$-6,184 \cdot 10^6$
(RCO 6)	536.770 €	$1,308 \cdot 10^{-5}$	$2,256 \cdot 10^2$	$9,336 \cdot 10^6$	$-7,909 \cdot 10^6$
(RCO 5)	19.475.805 €	$1,694 \cdot 10^{-5}$	$2,113 \cdot 10^2$	$1,062 \cdot 10^7$	$-1,847 \cdot 10^6$
(RCO 15)	28.504.327 €	$9,838 \cdot 10^{-6}$	$1,202 \cdot 10^2$	$2,147 \cdot 10^7$	$9,259 \cdot 10^6$
(RCO 22)	3.561.953 €	$1,262 \cdot 10^{-6}$	$2,790 \cdot 10^1$	$8,323 \cdot 10^7$	$6,111 \cdot 10^7$
(RCO 13)	253.546 €	$6,603 \cdot 10^{-7}$	$8,516 \cdot 10^0$	$1,042 \cdot 10^8$	$9,132 \cdot 10^7$
(RCO 2)	13.170.890 €	$6,449 \cdot 10^{-7}$	$1,059 \cdot 10^1$	$1,888 \cdot 10^8$	$1,724 \cdot 10^8$
(RCO 21).	1.595.327 €	$4,002 \cdot 10^{-7}$	$1,427 \cdot 10^1$	$1,307 \cdot 10^9$	$1,272 \cdot 10^9$

Tabla A-17-6. CBA. Análisis de sensibilidad. Embarcaciones menores de 12 m de eslora L. Mínima efectividad, Mínima frecuencia, mínimo coste para $\Delta C2$

RCO	$\Delta C2$ valor mínimo 4,3% de descenso (€)	Efecto estimado ΔPLL (fall/barco*año)	Efecto estimado ΔPLP (€/barco*año)	GCAF ($\Delta C2$) (€/fall)	NCAF ($\Delta C2$) (€/fall)
(RCO 7)	1.431.477 €	$9,829 \cdot 10^{-6}$	$1,236 \cdot 10^2$	$1,786 \cdot 10^6$	$-1,079 \cdot 10^7$
(RCO 1)	1.059.341 €	$6,394 \cdot 10^{-6}$	$8,904 \cdot 10^1$	$2,032 \cdot 10^6$	$-1,189 \cdot 10^7$
(RCO 5)	5.264.267 €	$1,694 \cdot 10^{-5}$	$2,113 \cdot 10^2$	$3,811 \cdot 10^6$	$-8,660 \cdot 10^6$
(RCO 14)	1.312.187 €	$5,154 \cdot 10^{-6}$	$6,306 \cdot 10^1$	$4,732 \cdot 10^6$	$-7,504 \cdot 10^6$
(RCO 9)	1.550.767 €	$4,924 \cdot 10^{-6}$	$8,589 \cdot 10^1$	$5,463 \cdot 10^6$	$-1,198 \cdot 10^7$
(RCO 18)	175.476 €	$3,808 \cdot 10^{-7}$	$5,798 \cdot 10^0$	$5,653 \cdot 10^6$	$-9,574 \cdot 10^6$
(RCO 3)	12.492.599 €	$2,126 \cdot 10^{-5}$	$2,669 \cdot 10^2$	$7,208 \cdot 10^6$	$-5,345 \cdot 10^6$
(RCO 6)	314.665 €	$1,308 \cdot 10^{-5}$	$2,256 \cdot 10^2$	$7,263 \cdot 10^6$	$-9,982 \cdot 10^6$
(RCO 11)	2.379.830 €	$5,181 \cdot 10^{-6}$	$7,912 \cdot 10^1$	$7,969 \cdot 10^6$	$-7,304 \cdot 10^6$
(RCO 15)	26.366.488 €	$9,838 \cdot 10^{-6}$	$1,202 \cdot 10^2$	$2,234 \cdot 10^7$	$1,013 \cdot 10^7$
(RCO 22)	1.689.810 €	$1,262 \cdot 10^{-6}$	$2,790 \cdot 10^1$	$3,948 \cdot 10^7$	$1,737 \cdot 10^7$

(RCO 2)	1.059.341 €	$6,449 \cdot 10^{-7}$	$1,059 \cdot 10^1$	$1,707 \cdot 10^8$	$1,543 \cdot 10^8$
(RCO 13)	413.276 €	$6,603 \cdot 10^{-7}$	$8,516 \cdot 10^0$	$2,070 \cdot 10^8$	$1,941 \cdot 10^8$
(RCO 21)	958.081 €	$4,002 \cdot 10^{-7}$	$1,427 \cdot 10^1$	$9,567 \cdot 10^8$	$9,210 \cdot 10^8$

Tabla A-17-7. CBA. Análisis de sensibilidad. Embarcaciones menores de 12 m de eslora L. Máxima efectividad- Máxima frecuencia, mínimo coste para $\Delta C1$

RCO	$\Delta C1$ valor máximo 2,5% de descenso (€)	Efecto estimado ΔPLL (fall/barco*año)	Efecto estimado ΔPLP (€/barco*año)	GCAF ($\Delta C1$) (€/fall)	NCAF ($\Delta C1$) (€/fall)
(RCO 1)	1.420.495 €	$1,952 \cdot 10^{-5}$	$2,524 \cdot 10^2$	$6,728 \cdot 10^5$	$-1,226 \cdot 10^7$
(RCO 14)	1.767.457 €	$1,569 \cdot 10^{-5}$	$1,772 \cdot 10^2$	$1,577 \cdot 10^6$	$-9,715 \cdot 10^6$
(RCO 18)	243.448 €	$1,249 \cdot 10^{-6}$	$1,869 \cdot 10^1$	$1,802 \cdot 10^6$	$-1,316 \cdot 10^7$
(RCO 7)	5.141.693 €	$2,011 \cdot 10^{-5}$	$2,429 \cdot 10^2$	$2,364 \cdot 10^6$	$-9,718 \cdot 10^6$
(RCO 9)	2.088.813 €	$8,168 \cdot 10^{-6}$	$1,381 \cdot 10^2$	$3,399 \cdot 10^6$	$-1,350 \cdot 10^7$
(RCO 3)	18.366.837 €	$4,773 \cdot 10^{-5}$	$5,560 \cdot 10^2$	$3,557 \cdot 10^6$	$-8,093 \cdot 10^6$
(RCO 11)	3.542.948 €	$1,123 \cdot 10^{-5}$	$1,718 \cdot 10^2$	$4,191 \cdot 10^6$	$-1,110 \cdot 10^7$
(RCO 6)	536.770 €	$2,612 \cdot 10^{-5}$	$4,199 \cdot 10^2$	$4,675 \cdot 10^6$	$-1,140 \cdot 10^7$
(RCO 5)	19.475.805 €	$3,333 \cdot 10^{-5}$	$4,084 \cdot 10^2$	$5,400 \cdot 10^6$	$-6,852 \cdot 10^6$
(RCO 15)	28.504.327 €	$2,075 \cdot 10^{-5}$	$2,500 \cdot 10^2$	$1,018 \cdot 10^7$	$-1,865 \cdot 10^6$
(RCO 22)	3.561.953 €	$6,393 \cdot 10^{-6}$	$1,276 \cdot 10^2$	$1,642 \cdot 10^7$	$-3,540 \cdot 10^6$
(RCO 2)	13.170.890 €	$3,474 \cdot 10^{-6}$	$5,109 \cdot 10^1$	$3,504 \cdot 10^7$	$2,034 \cdot 10^7$
(RCO 13)	253.546 €	$1,848 \cdot 10^{-6}$	$2,763 \cdot 10^1$	$3,724 \cdot 10^7$	$2,229 \cdot 10^7$
(RCO 21).	1.595.327 €	$1,908 \cdot 10^{-6}$	$5,183 \cdot 10^1$	$2,743 \cdot 10^8$	$2,471 \cdot 10^8$

Tabla A-17-8. CBA. Análisis de sensibilidad. Embarcaciones menores de 12 m de eslora L. Máxima efectividad- Máxima frecuencia, mínimo coste para $\Delta C2$

RCO	$\Delta C2$ valor mínimo 4,3% de descenso (€)	Efecto estimado ΔPLL (fall/barco*año)	Efecto estimado ΔPLP (€/barco*año)	GCAF ($\Delta C2$) (€/fall)	NCAF ($\Delta C2$) (€/fall)
(RCO 1)	1.059.341 €	$1,952 \cdot 10^{-5}$	$2,524 \cdot 10^2$	$6,658 \cdot 10^5$	$-1,227 \cdot 10^7$
(RCO 7)	1.431.477 €	$2,011 \cdot 10^{-5}$	$2,429 \cdot 10^2$	$8,733 \cdot 10^5$	$-1,121 \cdot 10^7$
(RCO 14)	1.312.187 €	$1,569 \cdot 10^{-5}$	$1,772 \cdot 10^2$	$1,554 \cdot 10^6$	$-9,738 \cdot 10^6$
(RCO 18)	175.476 €	$1,249 \cdot 10^{-6}$	$1,869 \cdot 10^1$	$1,724 \cdot 10^6$	$-1,324 \cdot 10^7$
(RCO 5)	5.264.267 €	$3,333 \cdot 10^{-5}$	$4,084 \cdot 10^2$	$1,937 \cdot 10^6$	$-1,032 \cdot 10^7$
(RCO 3)	12.492.599 €	$4,773 \cdot 10^{-5}$	$5,560 \cdot 10^2$	$3,210 \cdot 10^6$	$-8,439 \cdot 10^6$
(RCO 9)	1.550.767 €	$8,168 \cdot 10^{-6}$	$1,381 \cdot 10^2$	$3,294 \cdot 10^6$	$-1,361 \cdot 10^7$
(RCO 6)	314.665 €	$2,612 \cdot 10^{-5}$	$4,199 \cdot 10^2$	$3,637 \cdot 10^6$	$-1,244 \cdot 10^7$
(RCO 11)	2.379.830 €	$1,123 \cdot 10^{-5}$	$1,718 \cdot 10^2$	$3,675 \cdot 10^6$	$-1,162 \cdot 10^7$
(RCO 22)	1.689.810 €	$6,393 \cdot 10^{-6}$	$1,276 \cdot 10^2$	$7,792 \cdot 10^6$	$-1,217 \cdot 10^7$
(RCO 15)	26.366.488 €	$2,075 \cdot 10^{-5}$	$2,500 \cdot 10^2$	$1,059 \cdot 10^7$	$-1,453 \cdot 10^6$
(RCO 2)	1.059.341 €	$3,474 \cdot 10^{-6}$	$5,109 \cdot 10^1$	$3,169 \cdot 10^7$	$1,698 \cdot 10^7$
(RCO 13)	413.276 €	$1,848 \cdot 10^{-6}$	$2,763 \cdot 10^1$	$7,396 \cdot 10^7$	$5,901 \cdot 10^7$
(RCO 21).	958.081 €	$1,908 \cdot 10^{-6}$	$5,183 \cdot 10^1$	$2,007 \cdot 10^8$	$1,735 \cdot 10^8$

PARTE 4. NORMAS FUTURAS BASADAS EN EL CONCEPTO GBS-SLA

18. APLICACIÓN DEL FSA EN DESARROLLOS NORMATIVOS FLEXIBLES. INTRODUCIENDO EL GBS-SLA EN LA NORMATIVA MARÍTIMA NACIONAL Y DE EMBARCACIONES DE PESCA EN PARTICULAR.

Objetivo

Indicar los elementos de cambio necesarios en la normativa de seguridad de la vida humana en la mar en materia de pesca y cómo se podría acometer una revisión comprensiva del marco reglamentario para asegurar que el desarrollo normativo sea más estructurado y más holístico. Esto permitirá que la normativa pueda enfrentarse a las nuevas tecnologías, salir de diseños cerrados, que interactúen con los sistemas de información (tratamiento de bases de datos) y que proporcionan un marco de referencia duradero. La metodología a utilizar será a través de las normas basadas en objetivos y el enfoque del nivel de seguridad, este último ya tratado en la tesis, permitiendo el desarrollo ulterior de normativa prescriptiva.

1. Limitaciones en la situación actual

La normativa de pesca en materia de seguridad, derivada del SOLAS, queda constreñida en el marco normativo en aspectos de diseño de los que es difícil escapar, no sólo para los legisladores sino para los diseñadores y operadores.

Muchas de las reglas con sus anexos y enmiendas han sido desarrolladas con el principio de dar respuesta ante un accidente y con la intención de que éstos no vuelvan a ocurrir. En algunos casos estas se basan en las conclusiones alcanzadas por las Comisiones de Investigación de accidentes y en otras basadas en una respuesta automática a una evaluación de riesgos, a veces intuitiva, aplicando el juicio técnico y disponiendo de medidas técnicas u operacionales para que sean aplicables por los armadores o astilleros [66].

Esto plantea varios problemas:

- desde el punto de vista del regulador el proceso de redacción se ha complicado, dadas las distintas ramificaciones que poseen cada uno de los capítulos y secciones del texto, en este caso en particular para el RD 543/2007, de 23 de abril [7];
- no es sencillo evaluar sin una metodología, tal y como se ha hecho en el capítulo 13, si una regla o un conjunto de reglas ha sido beneficioso o efectivo en costes o si la implantación de tales reglas permiten determinar que se ha cumplido con la misión de mejorar la seguridad. En ese capítulo se concluyó que era necesario disponer de más años para comprobar si la implantación de las medidas había sido efectiva y poder reajustar el nivel de seguridad;
- la reglamentación actual en materia de seguridad no ayuda a considerar un buque como una serie de sistemas interrelacionados en el cual el factor humano tiene un rol esencial. Es muy difícil, tal y como se vio en el capítulo 14, asociar deficiencias a sistemas dado que las interrelaciones no están estudiadas en detalle. Por ello resulta complejo evaluar la integración del concepto de seguridad y evaluarlo como un todo, y esto se ve agravado por el número profuso de reglas a aplicar; y
- desarrollar legislación es complejo, lo cual lleva a periodos excesivamente largos entre revisiones de legislación sobre seguridad.

No obstante se puede argumentar que el sector, incluyendo aquellos que tienen que implantar las reglas o comprobar que se están cumpliendo, sí tiene una visión global del conjunto. En el caso del Convenio SOLAS el sistema de gestión de la seguridad [138], [139], [140], [141], [142], [143] permite disponer

de esa visión global, que sin embargo hace referencia a un conjunto de normas prescriptivas. Pero antes de obligar a implantar sistemas de gestión de seguridad se ha de comprobar que son efectivas en costes y beneficios. En este particular, tal y como se vio en el capítulo 17, la opción de control del riesgo relativa a la implantación de un sistema de gestión de seguridad en embarcaciones de pesca quedó descartada.

Por otro lado los diseñadores han de cumplir con el régimen normativo tal y como es, es decir cumpliendo la reglamentación para que las embarcaciones puedan ser certificadas. Con ello las prescripciones de la reglamentación se contemplan de manera aislada para después integrarlas lo cual hace a veces el diseño alejado del óptimo.

2. Nuevos retos en el ámbito marítimo y traslación al sector de la pesca.

Uno de los aspectos importantes a tener en cuenta al reglamentar en embarcaciones menores es la dificultad de prescribir qué se ha de cumplir. Esto se debe en parte a la gran heterogeneidad de la flota si se compara, por ejemplo, con embarcaciones menores seriadas como las de recreo. Esta heterogeneidad hace compleja la prescripción de medidas para regular estas embarcaciones. Algunas veces se obliga a instalar en embarcaciones elementos que aparentemente no serían necesarios en zonas de pesca local, en zonas con unas condiciones de mar determinadas o en embarcaciones dedicadas a un tipo de pesca, lo cual condiciona los requerimientos de seguridad que pueden no ser necesarios para todas las embarcaciones.

Un ejemplo de normativa más holístico es la directiva europea 93/103/ CE traspuesta como RD 1216/1997 de 19 de julio [136] que, a la hora de plantear medidas de seguridad para embarcaciones nuevas desde 15 m de eslora y existentes desde 18 m de eslora, se enfoca a modo de aspiraciones, u objetivos, dejando a las Administraciones marítimas europeas su implantación más detallada. Teniendo en cuenta que el asunto no es sencillo en el intervalo de esloras de 15 o 18 m hasta 24 m de eslora, es de resaltar que en embarcaciones por debajo de esos 15 m regular es aún más complejo.

Por tanto sería beneficioso determinar objetivos y prescripciones funcionales que permitan asentar una referencia duradera y racional basada en aspectos de seguridad de carácter más genérico para las embarcaciones menores de 24 m de eslora. En este sentido la normativa de seguridad basada en objetivos denominada GBS [150] tiene cabida, no sólo para los buques de mayor porte sino para las embarcaciones de pequeño tamaño, como generador de reglas.

Además tal como se indicaba en el capítulo 5 la necesidad de disponer de embarcaciones más competitivas, más seguras, más sostenibles y con más parámetros de funcionamiento medibles y mejor comunicadas irán imponiendo sistemas de pesca cada vez más modernos. En el caso de los buques de pesca de gran tamaño, como los atuneros, el grado de sofisticación es alto y esto trascenderá a las embarcaciones menores tarde o temprano, aunque estas tengan un carácter más artesanal y menos industrial. Esto llevará a que el diseño de éstas cobre más importancia y el astillero tenga que integrar más tecnología, que evolucionará rápidamente con menos interferencias en el proceso de diseño y, posiblemente un control reglamentario menos prescriptivo, pero es necesario tener unas bases u objetivos básicos.

3. Enfoque de la nueva legislación basada en GBS-SLA

Las normas basadas en objetivos (GBS), que ya se anticiparon en el capítulo 6, plantean un sistema de “reglas para establecer reglas” que funciona de arriba hacia abajo, como se indica en la figura 18-1 [150], [151], que consta de los siguientes niveles:

- *Objetivos (nivel I), que son metas de alto nivel que deben cumplirse. Un objetivo debería abordar la cuestión o cuestiones que suscitan preocupación y reflejar el nivel de seguridad requerido.*

- *Prescripciones funcionales (nivel II), que proporcionan los criterios que deben satisfacerse con objeto de cumplir los objetivos, debiendo abarcar todos los aspectos necesarios para cumplir el objetivo, los peligros pertinentes, ser independientes de la realización técnica a fin de dejar margen para el desarrollo tecnológico futuro y describir claramente la función²⁵ que ha de efectuarse.*
- *Verificación de la conformidad (nivel III), que proporciona los instrumentos necesarios para demostrar y verificar que las reglas y reglamentos conexos para buques son conformes a los objetivos y las prescripciones funcionales.*
- *Reglas y reglamentos para buques (nivel IV). Son las reglas y reglamentos para buques, por ejemplo las prescripciones pormenorizadas elaboradas por la OMI, las Administraciones nacionales y/o las sociedades de clasificación (que actúan como organizaciones reconocidas) a fin de satisfacer los objetivos y las prescripciones funcionales. Estas pasan a formar parte de un marco para los GBS cuando se ha verificado que son conformes.*
- *Prácticas y normas del sector (nivel V). Son normas, códigos de prácticas y sistemas de seguridad y de calidad del sector para la construcción de buques. Su funcionamiento, mantenimiento, formación, dotación, etc..., que podrán mencionarse o indicarse en las reglas o reglamentos²⁶.*

Figura 18-1: Estructura de niveles de GBS [151]

Este enfoque, en particular para los niveles I y II, han sido aplicados en el desarrollo de algunos de los instrumentos de la OMI tales como el SOLAS en su regla II-1/3-10, desde el punto de vista prescriptivo,

²⁵ Para las funciones es necesario establecer los criterios de aceptación. Aun así para algunas de ellas, por ejemplo la propulsión del buque, la seguridad no será el factor que dimensionaría el criterio de aceptación. Por tanto podría ser irrelevante establecer un criterio, más bien al contrario, podría suceder que la fiabilidad, disponibilidad para dar cumplimiento a aspectos comerciales de buque pudiera ser más importante a la hora de dimensionar funciones como la disponibilidad y capacidad de propulsión.

²⁶ La responsabilidad de justificar la idoneidad de dichas normas y prácticas del sector, cuando se mencionen o incorporen en un conjunto de normas, recae en la persona que presenta la regla o reglamento. Tal justificación debería proporcionarse durante el proceso de verificación de la conformidad.

para la estructura de petroleros y graneleros. Más tarde, en el Código Polar [152] y el Código IGF [153], adoptados por resoluciones y MSC.385(94) y MSC.391(95) se introdujeron objetivos y prescripciones funcionales que permiten afrontar de una manera más directa el diseño para facilitar análisis de riesgos y cumplimiento alternativo, aunque éstos no se desarrollaron con un criterio claro.

En el capítulo 5 se trató el concepto de SLA, como una potencial metodología de trabajo en los desarrollos normativos relativos a las embarcaciones de pesca. Si se une con el GBS se puede pensar en el GBS-SLA, que se está desarrollando en la OMI [154].

El concepto GBS-SLA necesita de elementos que se han desarrollado en la tesis: accidentes, modelos de alto nivel, que combinados con una herramienta como el FSA, permiten desarrollar las prescripciones funcionales. Si el nivel de seguridad no es suficiente este se puede ajustar teniendo en cuenta la disposición social para pagar para reducir un riesgo o la disposición de aceptar incrementos en los riesgos.

El primer paso, por tanto, consiste en el desarrollo de objetivos que sean cuantitativos o cualitativos para después desarrollar prescripciones funcionales que consideren los peligros que tienen que mitigarse para cumplir el objetivo sin ambigüedades. Después se pasaría a desarrollar las prescripciones funcionales.

El resto de niveles del GBS-SLA serían más sencillos de establecer, teniendo en consideración que el enfoque del nivel de seguridad y la verificación de conformidad necesita el uso del análisis de riesgos, que puede ser el mismo que el análisis utilizado para el desarrollo de objetivos y prescripciones funcionales, para verificar que las reglas desarrolladas, reglas de nivel IV o reglas GBS-SLA, cumplan con las prescripciones funcionales. La conexión por tanto entre un requerimiento funcional y una regla se establece con una metodología acordada [10].

Gráficamente se obtendría lo indicado en la figura 18-2, que recoge lo que esta tesis pretende desarrollar para embarcaciones de pesca, en la que aparece en el lado izquierdo objetivos y requerimientos funcionales.

Figura 18-2. GBS-SLA. Combinación de análisis de riesgos, identificación de amenazas FSA, SLA y GBS [155]

Con esto podría pensarse que el GBS-SLA va a dotar de una plataforma para construir hacia el futuro, que acoja la normativa actual o permita que la legislación establezca un marco con libertad para al diseño en un enfoque de riesgo. Así pueden contemplar dos soluciones distintas pasando por definir objetivos y prescripciones funcionales, que son el nivel I y II del GBS con:

- Una primera solución, que es el desarrollo de normas prescriptivas de la Administración Marítima basándose en esos objetivos y prescripciones funcionales, que constituyen el nivel IV del GBS con enfoque del nivel de seguridad basado en riesgos para el desarrollo normativo.
- Una segunda solución, que pasa por una flexibilidad total o parcial en el diseño, siempre que se pueda demostrar por medio de diseño basado en riesgos mediante herramientas como diseños alternativos. Así se puede interpretar que en algún momento en el tiempo el diseño basado en riesgos podría dirigir todo el proceso, con tres modalidades distintas:
 - o diseño parcial basado en riesgos con un nivel de seguridad para unas prescripciones funcionales, que pueden ampliarse a una función; o
 - o diseño parcial basado en riesgos que con un nivel de seguridad para unas prescripciones funcionales que pueden ser ejercidas por una función; o
 - o diseño completo basado en riesgos.
 De cualquier modo el diseño basado en riesgos es algo que no es previsible a corto plazo en las embarcaciones de pesca.
- La combinación de ambas.

Para cualquiera de las soluciones es necesario disponer de un sistema de niveles con objetivos y prescripciones funcionales, bien para dejar libertad absoluta o bien para determinar la nueva normativa necesaria. Con este nuevo marco los diseños basados en riesgos se acomodarían perfectamente a una reglamentación vigente de alto nivel de manera contrastable y ésta se acomodaría al nuevo enfoque.

En relación a la primera solución el GBS-SLA sería el marco que controlaría como se desarrolla la legislación nacional de manera consistente, y esta es la apuesta principal del doctorando. La legislación contendría una legislación de base con normas y prescripciones funcionales y adicionalmente un set de reglas derivadas de esas prescripciones funcionales que serían el nivel IV, siendo este nivel similar a la legislación vigente. En este sentido las reglas que se desarrollen permitirían aplicar legislación de una manera sencilla (al estilo tradicional), permitiendo libertad en el diseño a aquellos que deseen basarse solamente en prescripciones funcionales, ahora bien, la aplicación directa de prescripciones funcionales en un proyecto debería estar plenamente justificada. No obstante se ha de tener en cuenta la inclusión de la normativa existente y el tipo de implantación que se quiera desarrollar.

En relación con la segunda se llegaría a la conclusión de que no es necesario ser prescriptivo y los objetivos y prescripciones funcionales cuantificables son suficientes. Esto da lugar a una reglamentación basada en dos niveles superiores, que podrían ser la legislación del futuro: unos simples objetivos y prescripciones funcionales cuantificables en la que el nivel de seguridad funciona como una palanca que puede incrementar o disminuir en función de la actuación de la flota en relación a la seguridad marítima, tal y como se puede ver en la figura 18-2 y que debe ser coherente con los modelos de riesgos desarrollados. En este particular el seguimiento del cumplimiento con las prescripciones funcionales requeriría de análisis de riesgos más específicos para poder cumplir con las prescripciones funcionales y los objetivos. Así se desarrollaría una legislación de base que permitiría aplicar diseños de manera libre basados acompañados de modelos de riesgos de bajo nivel. Sería la expansión del diseño alternativo indicado en el capítulo 6 a toda la embarcación o a algunas funciones de la embarcación.

4. Aspectos a tener en cuenta en la implantación de normas basadas en objetivos

A la hora de implantar las normas basadas en objetivos se han identificado tres aspectos formales a tener en cuenta:

4.1. Uso de la reglamentación existente

El cambio reglamentario, de haberlo, no tiene que suponer que la legislación quede superada tras la implantación del GBS-SLA. La necesidad de reglamentar los buques existentes de acuerdo a un nuevo

marco legislativo siempre existirá. Tradicionalmente la legislación internacional trata el asunto de los buques existentes “a satisfacción de la Administración” permitiendo cierta libertad al sector. Hoy en día el concepto de “*grandfathering*” está muy presente en los Convenios sobre seguridad marítima como el SOLAS para no impactar en las embarcaciones existentes, acordándose en general que la legislación existente mantiene el nivel de seguridad. Esta simplificación no es necesaria en un nuevo enfoque. El nuevo enfoque debe incluir al enfoque existente y las lecciones útiles que se hayan aprendido en el pasado pueden ayudar a actualizar el nivel de seguridad, tal y como se vio en el capítulo 13, en el que por defecto la legislación existente tendría un nivel de seguridad del 100%. Esto permite un ajuste progresivo en función de los valores obtenidos, los “P” que se han calculado. En esta tesis, teniendo en cuenta que existe una legislación vigente a la que amparar bajo esta aproximación, se hace de abajo hacia arriba pero no dando por hecho que el nivel de seguridad actual es del 100%, tal y como se demostró en ese capítulo, ya que eso supondría establecer niveles de seguridad equivalentes cuando, basándose en costes, esto puede ser incierto.

La aproximación de abajo hacia arriba afecta al desarrollo de las prescripciones funcionales y los objetivos, pero estas se deben realizar con la debida prudencia para que las prescripciones funcionales nuevas no estén auto-limitadas por las reglas actuales. De hacerse así se diluirían, al no hacer de las prescripciones algo “aspiracional” y no se tendría en cuenta el enfoque holístico. Esto además impediría el desarrollo legislativo con mecanismos poco claros al quedar constreñida por la norma actual, si se hace con exceso de detalle. Es decir, si la normativa actual fuese seguida al pie de la letra las prescripciones funcionales correrían el riesgo de ser auto-limitantes y dependientes de las soluciones técnicas actuales y de las condiciones externas.

Alternativamente se podría empezar desde cero, es decir desde arriba hacia abajo, con códigos de seguridad totalmente nuevos mediante normas basadas en objetivos con un enfoque de nivel de seguridad basado en una serie de amenazas. Para estas amenazas se desarrollarían unos modelos de riesgo, planteando medidas de prevención y mitigación de este que se basen en un análisis de coste beneficio con valores ALARP.

4.2 Desarrollo holístico de la legislación

Pensando en el futuro y en particular en qué hacer con la reglamentación actual después de establecer el nivel de seguridad se pueden seguir distintas aproximaciones pero, si la intención es que sea duradero e innovador se debe ser holístico para permitir posteriormente integrar la seguridad con otros aspectos como la prevención de la contaminación, el recurso pesquero, la sostenibilidad, etc...tal y como se apuntaba en el capítulo 3, pero caben varios enfoques.

4.2.1. Más conservador, más progresivo

Reestructurando los capítulos de la normativa de seguridad añadiendo objetivos y prescripciones funcionales, que se alineen con la legislación actual de reglas prescriptivas separando la legislación prescriptiva de las prescripciones funcionales y objetivos, dando una mayor jerarquía a la norma que contenga las prescripciones funcionales y los objetivos y a partir de ahí desarrollar normativa que se sustente en los modelos de riesgo. Esta es la apuesta del doctorando a la cual se va a dedicar el siguiente capítulo.

4.2.2. Más futurista, más radical

Incluyendo lo indicado en el apartado anterior, pero revisando toda la legislación en materia de seguridad de la vida humana en la mar en los pesqueros.

Así, por ejemplo, se debería revisar toda la sistemática para la verificación del cumplimiento. Esto significaría una revisión profunda de las metodologías de inspección. Dado que la seguridad puede ser medida y cuantificada, se podrían aplicar perfiles de riesgo a las embarcaciones de pesca de tal manera que las inspecciones de pesca tuviesen un perfil de peligrosidad asignado y se pudiese ajustar el

régimen de inspección a las embarcaciones que más lo demanden. Esto podría incluir inspecciones que trabajen de manera específica en la causa raíz de los accidentes. Este paso queda para desarrollos ulteriores después de esta tesis, no obstante se quieren apuntar algunas ideas en función de lo que se pretenda.

Lo anterior debería estar asociado al compromiso de la Administración Marítima de desarrollar una metodología para recogida de datos y establecimiento firme de modelos en respuesta a la necesidad de disponer de estos para poder trabajar incluso en diseños más novedosos. Esto apoyaría el control y el desarrollo de reglamentación de seguridad y proporcionar una base para un desarrollo futuro consistente.

Mirando hacia el futuro los capítulos asociados al diseño de la embarcación podrían unirse basado en un concepto más global. Podrían incluir prescripciones funcionales asociados a particularidades de otros capítulos. Un ejemplo sería la unión de los capítulos sobre integridad estructural con el de francobordo y estabilidad. Para ello es necesario trabajar en otras metodologías como redes de Bayes que sirviesen de modelos más detallados, de bajo nivel, que complementasen los modelos genéricos. Este marco permitiría en un futuro huir de las reglas de carácter prescriptivo.

Los capítulos que tengan que ver con el elemento humano y su integración en la embarcación podrían también unirse en uno. Esto necesitaría considerar la metodología para la mejora de la cultura de la seguridad a bordo. Tal y como se desprende de las opciones de control del riesgo, es importante considerar más allá del mero cumplimiento con la legislación para poder tener en cuenta las cargas administrativas en la reglamentación nueva o existente.

Ya que la reglamentación tendería a ser más holística es posible que se necesiten menos reglas de carácter prescriptivo y las que haya migren a códigos u órdenes ministeriales. Curiosamente en el RD 543/2007 todas las modificaciones de carácter técnico de los Anexos pueden realizarse por medio de órdenes ministeriales, lo cual denota que dentro de la estructura normativa existe un aspecto jerárquico que ya se está cumpliendo. Así las cosas los objetivos y prescripciones funcionales deberían formar parte del RD mientras que la norma de carácter prescriptivo iría a órdenes ministeriales.

Este enfoque se asocia a un desarrollo empezando desde cero en el que se puede trabajar directamente objetivos y funciones específicas que reflejen los riesgos para abordar los peligros en una serie de modelos, es decir de “arriba hacia abajo”.

4.3 Relación con el sector

La decisión final de ir hacia una norma más novedosa y menos conservadora o tradicional, que la puramente determinista, no solamente depende del legislador. Hay otros aspectos a tener en cuenta como:

- La necesidad o no de disponer de diseños más flexibles, para poder implantar nuevas tecnologías para diseñadores, armadores y astilleros. Ciertamente la normativa actual es limitada y no permite diseños más modernos.
- El interés real del sector de disponer de una normativa más holística frente a la necesidad de cumplir una normativa extensa, que puede no estar plenamente justificada
- Si las aseguradoras pueden aceptar estos diseños más flexibles.
- La capacidad real de la Administración de trabajar en un nuevo marco. En el caso de que se desee tener una visión más futurista de la legislación y permitir que se cumplan los objetivos y prescripciones funcionales sin la necesidad de cumplir la normativa prescriptiva se exige un gran esfuerzo por parte del Administrado para justificar sus alternativas al diseño y, por otra parte, de la Administración para implantar procedimientos en esa línea.
- La heterogeneidad de las embarcaciones de pesca, en particular las embarcaciones por debajo de 15 m de eslora supone un reto importante en su desarrollo normativo, por lo que es beneficioso contar con principios básicos y una norma que no constriña en exceso.

- El uso de la exención. Con la reglamentación actual la exención no es posible, salvo si las embarcaciones tienen índole innovadora, por ejemplo, en el RD 543/2007 para embarcaciones menores de 12 m de eslora, en lo relativo a la instalación de balsas salvavidas. El hecho de dotarse de objetivos y prescripciones funcionales adecuados facilitaría el análisis de una exención y emitirlas de una manera más motivada y justificada.

En relación con el uso de las herramientas de análisis de riesgo y como afectarían esto al sector se deben considerar diferentes aspectos.

- Cómo la disposición social para aceptar los riesgos se gestiona por parte del sector para establecer un nivel básico de referencia que sea igual para todos. La percepción del riesgo puede variar entre armadores y por tipos de embarcaciones.
- Cómo se pueden desarrollar los objetivos y las prescripciones funcionales para que sean comprensibles por todos. La normativa prescriptiva tiene la ventaja de que es fácilmente entendible. Parte del sector podría no estar dispuesto a aceptar una aproximación basada en el riesgo a la hora de desarrollar normativa. Es por ello por lo que dar pasos hacia una normativa muy avanzada puede dar lugar a conflictos y a errores en su desarrollo.

5. Procesos a tener en cuenta en el desarrollo de normas basadas en objetivos y enfoque del nivel de seguridad (GBS-SLA)

Tal y como se ha visto en el desarrollo de la tesis, a la hora de determinar el nivel de seguridad, ha sido necesario llevar a cabo una serie de pasos, como establecer una base de datos de la flota pesquera y una base de datos de accidentes. Las etapas 1 y 2 del FSA permiten conocer el alcance del nivel de seguridad actual que dota la normativa y desarrollar FSAs completos con un nivel de seguridad. Para ello también se ha tenido en cuenta la disposición social (social willingness) y los valores VPF.

En la figura 18-3 se puede ver un diagrama secuencial posible para la aplicación del SLA en el marco normativo español, siguiendo el esquema de la OMI. En este diagrama se puede ver que la tesis ha desarrollado hasta la etapa 1 sin llegar a desarrollar los objetivos. En relación a la etapa 2 el doctorando va a realizar una primera aproximación trabajando de abajo a arriba, manteniendo las etapas 1 y 2 del FSA construidas hasta el momento. En comparación con la figura 18-3 el doctorando considera adecuado desarrollar los objetivos posteriormente a las prescripciones funcionales, es decir desarrollar la etapa 2 y una vez desarrolladas estas prescripciones desarrollar los primeros. Con ello se consigue que las prescripciones funcionales tengan el nivel de seguridad incorporado cubriéndose automáticamente por estas y amparadas por un objetivo que las englobe.

El desarrollo del nivel de seguridad permite trabajar en criterios detallados del FSA, tales como la curva F-N o el coste beneficio, por el que se ha apostado en la tesis. Tal y como se puede ver el desarrollo del FSA completo permite tener unas RCOs recomendadas que puedan transformarse en regla.

Figura 18-3. Desarrollo normativo en el entorno GBS con uso del FSA y SLA [155].

La figura no es incompatible con el desarrollo de arriba hacia abajo que se indicó en el epígrafe anterior. Esta se podría hacer de la siguiente manera:

- determinación de los peligros pertinentes, estableciendo un orden de prioridades entre los peligros determinados, que den lugar a los riesgos más altos en la zona que se examina, debido a un aumento de la probabilidad de que ocurran, a consecuencias más graves o a ambos;
- identificar las funciones para abordar los peligros pertinentes, siendo los peligros el fundamento de la prescripción o prescripciones funcionales;

- elaborar un modelo de riesgo (cuantitativo), examinando los peligros pertinentes, que debe especificar el riesgo para la zona de la embarcación o la embarcación en cuestión y o la relación entre el riesgo y las funciones de mitigación del riesgo;
- elaborar las prescripciones funcionales considerando la función, fundamentos y resultados previstos conexos. Estos tres elementos permiten dejar constancia de manera transparente de los peligros abordados y los motivos para la prescripción funcional, así como de los resultados que deben alcanzarse para reducir el riesgo de manera adecuada.
- determinar el objetivo (nivel 1) que especifique las metas y el alcance del código con respecto a la seguridad de las embarcaciones de pesca en cuestión y los objetivos de seguridad. Es decir acotar el ámbito, el alcance de la identificación de peligros, determinando de alguna manera los "límites";
- evaluar las medidas de mitigación del riesgo estimando los costes conexos. Si no pueden especificarse medidas la prescripción funcional se debería rechazar. Las medidas serían la base para la elaboración de reglas y normas. Estas medidas se analizarían por medio de costes y beneficios a fin de elaborar un riesgo ALARP, utilizando el modelo de riesgo elaborado. Así el modelo proporcionaría la base para la especificación de los resultados previstos, la elaboración de reglas y el objetivo de seguridad;

6. Conclusiones

La combinación de los GBS con el SLA, instrumentado con el FSA proporcionan las herramientas necesarias para dar un paso siguiente en la normativa sobre seguridad marítima, en este caso en particular en las embarcaciones de pesca, que por su heterogeneidad son idóneas para regular de una manera más genérica. Antes de poder llevar esto a cabo es necesario dotarse de las herramientas necesarias (modelos, base de datos, cuantificación económica) que permitan generar un desarrollo normativo adecuado. El cálculo del nivel de seguridad y el análisis formal de la seguridad realizado han permitido dotarse de ellas en una aproximación desde abajo hacia arriba que cubra la normativa nacional actual, y que permita una transición más suave.

Teniendo en cuenta que no es conveniente desarrollos normativos arriesgados, se considera positivo ir creando objetivos y prescripciones funcionales que se adapten a la normativa actual, habiendo fijado el nivel de seguridad y poder mirar hacia el futuro en un GBS genérico. Es decir se debería llevar a cabo una aproximación de abajo hacia arriba y orientar el nivel de seguridad hacia un GBS-SLA, en la que primero se planteen los objetivos.

No obstante, en caso que se quiera ir hacia planteamientos más arriesgados el doctorando indica que se puede trabajar desarrollando la normativa desde arriba hacia abajo, comenzando desde cero, por medio de objetivos para atajar una serie de peligros y modelos de riesgo que incorporen los peligros y las funciones necesarias para atajar estos. Así el enfoque del nivel de seguridad entra directamente dentro del modelo, siendo las funciones cubiertas por una serie de barreras que serían analizadas por coste-beneficio, es decir las funciones necesarias se cumplirían con opciones de control del riesgo que serían evaluadas por medio de costes y beneficios. Una vez que se hubiese hecho esto se pasaría al desarrollo de prescripciones funcionales considerando las funciones. Finalmente se pueden desarrollar los objetivos para una serie de funciones que cubran, por ejemplo un capítulo o anexo de un reglamento.

Para poder enfrentarse a diseños innovadores los ingenieros navales necesitan más flexibilidad en el diseño de buques más complejos para adaptarse a la demanda y ser capaces de diseñar sin limitaciones normativas que pueden no estar justificadas [70].

19. DESARROLLO DE NORMAS BASADAS EN OBJETIVOS PARA SEGURIDAD DE LA VIDA HUMANA EN LA MAR EN EMBARCACIONES DE PESCA DE MENOS DE 24 M DE ESlORA L. OBJETIVOS Y PRESCRIPCIONES FUNCIONALES

Objetivo

Después de la determinación del nivel de seguridad y un primer análisis formal de la seguridad completo este capítulo va a desarrollar objetivos y prescripciones funcionales aplicables a la seguridad de las embarcaciones de pesca, de abajo hacia arriba, para dar cobertura a los aspectos de seguridad ya reglamentados en la aproximación más conservadora que se indicó en el capítulo anterior, esto es, que acoja la legislación actual en materia de seguridad, utilizando los modelos para los riesgos contemplados.

1. Introducción

Teniendo en cuenta el esquema indicado en el capítulo anterior la figura 19-1 indica qué elementos se han desarrollado y permiten dar el paso hacia un primer borrador de GBS-SLA mediante la definición de objetivos y prescripciones funcionales en esta cuarta parte de la tesis.

Figura 19-1. Aspectos cubiertos en la tesis para normas basadas en objetivos en las partes 1, 2 y 3 y aspectos pendientes en la parte 4[154]

En la parte 3 de esta tesis se han desarrollado opciones de control del riesgo siguiendo el marco del FSA. A la hora de desarrollar opciones de control del riesgo nuevas es importante que las prescripciones funcionales se adapten a la normativa actual. De lo contrario sería necesario un proceso de desarrollo completo de arriba hacia abajo, con nuevas reglas como resultado de ese desarrollo, es decir el RCO sería una regla completamente nueva para un código nuevo sin existir nada que con anterioridad creando un nuevo régimen reglamentario.

Para proceder al desarrollo se recuerda que las Directrices genéricas para elaborar normas de la OMI basadas en objetivos [152] tienen las siguientes características:

- “.1 son normas amplias, que abarcan cuestiones de seguridad, ambientales y/o de protección, que los buques deben satisfacer durante su ciclo de vida;*
- .2 representan el nivel requerido que deben alcanzar las prescripciones aplicadas por las sociedades de clasificación y otras organizaciones reconocidas, las Administraciones y la OMI;*
- .3 son claras, demostrables, verificables, duraderas, aplicables y viables, cualesquiera que sean el proyecto y la tecnología del buque; y*
- .4 son suficientemente concretas para no dar lugar a interpretaciones divergentes.”*

El hecho de que los "principios fundamentales" de las normas basadas en objetivos sean amplios, concretos y duraderos, significa que no son muy sensibles a los cambios tecnológicos y que no es necesario enmendarlos con frecuencia. Esto es particularmente beneficioso en Administraciones Marítimas en las que el desarrollo normativo no es ágil ya que permite mantener el espíritu de lo que se pretende legislar.

Teniendo en cuenta la estructura del GBS indicada en el capítulo 18, a la hora de desarrollar las normas basadas en objetivos para las embarcaciones de pesca, se va entender que las normas ya desarrolladas en materia de seguridad marítima son normas de nivel IV (reglas para buques y personal). Por tanto se van a formular objetivos y prescripciones funcionales de alto nivel que cubran esas normas y permitan un desarrollo ulterior. Esas reglas para buques de nivel IV han proporcionado un nivel de seguridad que ha sido establecido en el capítulo 13 y evaluado con un FSA.

Así a la vista del contenido de las reglas se va a proceder a realizar un análisis de las mismas y extraer los objetivos y prescripciones funcionales [155], es decir los posibles niveles I y II que emanan de ellas. Con ello la normativa de seguridad quedaría cubierta y permitiría un desarrollo futuro dentro del marco del GBS-SLA [10] dejando abierta la puerta a un enfoque del nivel de seguridad aún más asociado al riesgo dentro de los modelos.

2. Normativa de referencia para desarrollar objetivos y prescripciones funcionales

Teniendo en cuenta que el objetivo de la tesis se centra en la seguridad de la vida humana en la mar se trabajará en la normativa específica de seguridad ya mencionada en la tesis, en particular el RD 543/2007 del 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 (L) [7] y el RD 1185/2006 del 16 de octubre por el que se aprueba el reglamento por el que se regulan las radiocomunicaciones marítimas a bordo de los buques civiles españoles [6], para redactar objetivos y prescripciones funcionales.

El texto del RD 543/2007 contiene las definiciones y la parte relativa a inspección dentro del articulado. Como se indicó anteriormente los anexos se introducen por medio de artículos y son los siguientes:

- Anexo I. Construcción, integridad de estanqueidad y equipo de amarre y fondeo
- Anexo II. Estabilidad y francobordo
- Anexo III. Instalaciones de máquinas
- Anexo IV. Instalaciones eléctricas
- Anexo V. Prevención, detección y extinción de incendios y equipo contraincendios

- Anexo VI. Dispositivos de salvamento y protección de la tripulación
- Anexo VII. Seguridad de la navegación
- Anexo VIII. Prevención de la contaminación

Por su parte el texto del RD 1185/2006 trabaja directamente en el articulado, por lo que no tiene una estructura clara que permita trabajar en aspectos concretos. No obstante a lo anterior éste se ha dictado amparado en el Capítulo IV del Convenio SOLAS y en el capítulo IX del Protocolo de Torremolinos (traspuesto en la Unión Europea por la Directiva 97/70/CE).

Para poder realizar el trabajo de partida se ha de tener en cuenta, tal y como se indicó en el apartado anterior, que la normativa nacional tiene como base de referencia el Convenio SOLAS. Es por ello que a la hora de establecer una línea de trabajo se estudie el convenio precursor y se busquen prescripciones funcionales que sean de utilidad. Así pues para aspectos concretos se detecta lo siguiente:

- En materia de prevención, detección y extinción de incendios el Convenio SOLAS en su capítulo II-2/Regla 2 contiene objetivos y prescripciones funcionales[156];
- En materia de Dispositivos de salvamento y protección de la tripulación el Capítulo III del Convenio SOLAS no contiene prescripciones funcionales específicos. En el desarrollo del mismo se trabajó en base a un documento el LSA VIII/2/5 del 14 de Noviembre de 1974 que contiene un germen de prescripciones funcionales [157]; y
- En materia de radiocomunicaciones el Capítulo IV del Convenio SOLAS contiene prescripciones funcionales en su regla 4 [156].

Para el resto de los anexos no existe una documentación de referencia con prescripciones funcionales de base para poder trabajar en ellos, por lo que se va a proceder a su desarrollo en este capítulo.

De un simple vistazo a la documentación disponible se concluye que existe una clara falta de armonización en la terminología utilizada, y por tanto no encaja en el objetivo del capítulo. Esto es porque los capítulos del SOLAS indicados más arriba se han desarrollado en momentos distintos y por técnicos distintos (dentro del proceso habitual normativo de la OMI), por lo que sería necesario trabajar más detalladamente en ellos si es que se quisiera hacer un SOLAS basado en GBS-SLA.

2. Elementos de los objetivos y las prescripciones funcionales

La metodología a desarrollar supone el trabajo en cada uno de los anexos del RD 543/2007 para poder cumplir los objetivos. En el entorno del FSA y el SLA es necesario el desarrollo de prescripciones funcionales cuantificables y posteriormente objetivos cuantitativos o cualitativos. Las primeras deben tener en cuenta los tres elementos siguientes tal y como aparece en las Directrices genéricas para elaborar normas de la OMI basadas en objetivos [151]:

- “.1 descripción: una explicación concreta y breve de la función necesaria;*
- .2 justificación: determinación de los peligros que se tratan de mitigar con la función prescrita; y*
- .3 resultados previstos/ eficacia prevista: descripción de la función necesaria en términos cuantitativos (esta descripción debería abarcar todos los aspectos necesarios para verificar el cumplimiento y las condiciones en las que éste es necesario)”.*

Las prescripciones funcionales deberán tomar en consideración las amenazas relevantes que se deben solventar para alcanzar el objetivo, con su jerarquía y sin ambigüedades. Las prescripciones funcionales parten de una estructura como la del ejemplo de la tabla 19-1.

Tabla 19-1. Ejemplos de una estructura de prescripción funcionales [155]

Descripción	Justificación	Resultados/Eficacia previstos/a
Lugar de supervivencia Proporcionar un lugar seguro para proteger a todas las personas (tripulación y pasajeros) que se encuentren a bordo de un buque en peligro hasta el rescate.	Los incendios, las explosiones y la falta de flotabilidad del buque ponen en peligro a las personas que se encuentren a bordo, las cuales necesitan un lugar para su supervivencia	<ul style="list-style-type: none"> – Se mantienen seguras aunque se hunda el buque – Se mantienen seguras en caso de incendio a bordo – Están protegidas durante el tiempo previsto de rescate
Protección contra el entorno Proporcionar medios para proteger a las personas en peligro de condiciones ambientales (extremas)	Las altas/bajas temperaturas, el fuerte viento, los animales, etc., pueden poner en peligro a las personas y ocasionarles hipotermia, insolación, etc.	<ul style="list-style-type: none"> – Se proporciona un entorno habitable en el que se protege a las personas de temperaturas, viento, radiación solar previstos, etc.
Evitar ahogarse Proporcionar medios para hacer posible la supervivencia en el agua hasta el salvamento	Las personas en el agua corren peligro de ahogarse y de sufrir hipotermia	Se proporcionan medios para: <ul style="list-style-type: none"> – evitar que las personas (inconscientes o conscientes) que se encuentren en el agua se ahoguen – hacer posible el salvamento en el agua

En general se recomienda que las prescripciones funcionales no hagan referencia a soluciones técnicas existentes y que la relación entre las prescripciones funcionales y las reglas/reglamentos conexos sea inequívoca.

Uno de los aspectos a tener en cuenta es que del examen de las prescripciones reglamentarias actuales, de carácter prescriptivo, se debe extrapolar la función de la normativa actual. La descripción y el resultado previsto se establecen trabajando en la redacción por comparación con la normativa actual de manera que la descripción es “el qué”, el resultado es “el cómo” y la justificación es la selección de las amenazas y los factores de riesgo.

Teniendo esto en cuenta, para poder conectar de una manera completa el requerimiento funcional al riesgo y al nivel de seguridad es necesario trabajar de manera cuantitativa. Así es necesario vincular a los modelos que constituyen la etapa 2 del FSA. Con ello los modelos desarrollados en el capítulo 11 constituyen la conexión entre la justificación y el desarrollo normativo ulterior, por lo que se tienen que tener siempre en cuenta, tal y como indica la figura 19-1.

Además de los modelos se tendrá en consideración las prescripciones funcionales actuales del SOLAS, el trabajo desarrollado el año 2017 en el subcomité de Equipo y Servicios del buque en base a los trabajos de 1974 (158) y las normas de ANEP de la OTAN [159].

3. Trabajo en los modelos para poder determinar los objetivos y las prescripciones funcionales

Tal y como se ha indicado para poder trabajar en los objetivos y las prescripciones funcionales se tienen en cuenta unos factores de riesgo (FR).

Teniendo en cuenta el trabajo realizado en la parte 2 de esta tesis se han señalado amenazas (P) que para el doctorando son destacables en la tesis y que constituyen causas de los accidentes (distintas de las causas raíz), señalando además de éstas los factores de riesgo (FR) más importantes, que se asociarán a los modelos pertinentes. Este proceso se encuentra indicado en tabla 19-2.

Tabla 19-2. Riesgos, Amenazas y factores de riesgos a destacar.

Riesgo	R	Amenazas	P	Factor de riesgo	FR
Hundimiento	R1	Embarque de agua	P1	Fallo estructural	FR1
Escora	R2	Mal tiempo	P2	Fallo medios de cierre	FR2
Colisión	R3	Perdida de estanqueidad	P3	Fallo amarre y fondeo	FR3
Varada	R4'	Pérdida de estabilidad	P4	Fallo contención de combustible (incluye cocina)	FR4
Vía de Agua	R4''			Fallo de contención de aceite	FR5
Explosión/Incendio	R5			Fallo de timón/gobierno	FR6
				Sobrecalentamiento	FR7
				Fallo alimentación de combustible (incluye cocina)	FR8
				Error humano	FR9
				Fallo equipo eléctrico	FR10
				Fallo del suministro eléctrico	FR11
				Fallo de navegación	FR12
				Fatiga	FR13
				Ceder el paso	FR14
				Desplazamiento de la carga	FR15
				Fallo de la máquina	FR16
				Fallo del sistema de achique	FR17
				Explosión del cárter	FR18
				Fallo del sistema de navegación	FR19
				“Fallo” de la cubierta	FR20

En un trabajo en “bow-tie” los factores de riesgo, si es que se quieren atajar, requieren barreras en el árbol de fallos, que reducen este riesgo o, una vez desencadenado el siniestro, en el árbol de eventos para evitar que éste escale. Por tanto en los modelos desarrollados se introducen estas barreras y a partir de ellos se desarrollan los requerimientos funcionales.

En relación los modelos se hace notar que estos sería posible ampliarlos en la parte del árbol de fallos, para poder adquirir más conocimiento (p.ej. en el modelo de hundimiento donde en el modelo dice “máquinas” se podría introducir parte del árbol de varada en la parte relacionada con la parte del fallo de máquinas).

4. Desarrollo de objetivos y prescripciones funcionales por anexos del RD 543/2007

Se han desarrollado los objetivos y las prescripciones funcionales basados en los modelos de riesgo para cada uno de los capítulos, como figuran a continuación. Sin embargo dado que el RD 543/2007 y el RD 1185/2006 cubren más aspectos que los desarrollados en los modelos algunos requerimientos funcionales desarrollados se han dejado en letra *cursiva*, para un ulterior desarrollo en otros modelos suplementarios.

Otro aspectos que se quiere indicar es que, teniendo en cuenta la influencia del factor humano y la falta de cultura de seguridad señalada en los capítulos anteriores de la tesis, se han redactado requerimientos

funcionales relativos a disponibilidad de información, familiarización e instrucciones. Sin embargo en un proceso normal de GBS-SLA de arriba hacia abajo posiblemente no fuesen necesarias estas funciones en un código que no regula la formación de las tripulaciones, lo cual no significa que no sean requeridas instrucciones a bordo. El doctorando ha preferido dejarlas así por claridad, si bien en algunos modelos no se han conectado como barreras.

Así pues el árbol de hundimiento es el que aparece en la figura 19-2, el de escora en la 19-3, el de colisión en la 19-4, el de varada/vía de agua en la 19-5 y el de incendio/explosión en la figura 19-6, que contienen los factores de riesgo, las amenazas y los requerimientos funcionales actuando como barreras.

4.1. Construcción, integridad de la estanqueidad y equipo de amarre y fondeo.

4.1.1. Objetivo

- Diseñar, construir y mantener la estructura, los medios de cierre y el equipo de amarre y fondeo para servir al propósito de la pesca y la navegación ofreciendo protección frente al entorno a la tripulación y minimizando el riesgo de pérdida de la embarcación.

4.1.2. Prescripciones funcionales

4.1.2.1 Descripción y resultados previstos.

- Proveer a bordo suficiente estanqueidad al agua y a la intemperie
 - o en todas las condiciones operativas que puedan preverse.
- Soportar estructuralmente las cargas
 - o en todas las condiciones operativas que puedan preverse.
- *Permitir que las personas embarcadas puedan desarrollar sus tareas*
 - o *de una manera segura.*
- Proteger a las personas embarcadas y las funciones esenciales de seguridad
 - o frente a las emergencias y accidentes
 - o disponiendo de un emplazamiento seguro a bordo
 - o hasta que las amenazas se hayan disipado
- Almacenar de manera segura el combustible
 - o Para el funcionamiento seguro de la maquinaria
 - o Para permitir su disponibilidad y uso a bordo.
- *Proporcionar alojamiento a la tripulación:*
 - o *Adecuado para la tripulación*
 - o *En función del tamaño y operatividad de la embarcación.*
- Proporcionar amarre y fondeo
 - o En todas las condiciones de servicio previsibles.

4.1.2.1 Justificación

- Hundimiento (R1) o escora (R2) por embarque de agua (P1) o mal tiempo (P2) debido a fallo de la estructura (FR1), fallos de medios de cierre (FR2).
- Colisión (R3) o varada (R4) por fallo del equipo de amarre y fondeo (FR3)
- Incendio y explosión (R5) por fallo en la contención del combustible (FR4) o pérdida de aceite (FR5).
- Colisión (R3), varada o vía de agua (R4) por error humano (FR9) debido a la fatiga (FR13)

4.2. Estabilidad y francobordo.

4.2.1 Objetivo

- La embarcación se diseñara, construirá y mantendrá para proporcionar estabilidad y flotabilidad que garantice que las personas puedan llevar a cabo su actividad de la manera más segura y evitar embarque de agua o zozobra.

4.2.2 Prescripciones funcionales.

4.2.2.1 Descripción y resultados previstos.

- Proporcionar una reserva adecuada de flotabilidad.
 - o para prevenir embarque de agua
 - o en todas las condiciones de carga previstas
 - o para el medio y el método de pesca de la embarcación.
- Proporcionar estabilidad al estado intacto
 - o para el medio y el método de pesca en el cual la embarcación habrá de operar
 - o *bajo los preceptos de una buena marinería*
 - o para evitar la zozobra.
 - o adecuada y verificada
 - o en las condiciones de carga previstas
- Proteger a las personas embarcadas y las funciones esenciales
 - o en el evento de una posible emergencia
 - o hasta que las amenazas sean menores.
- Disponer de información sobre estabilidad y flotabilidad de la embarcación
 - o rápidamente
 - o de seguro acceso
 - o independiente de cualquier fuente de energía
 - o utilizable sencilla para el patrón
 - o dependiendo del tamaño de la embarcación
 - o Para poder gestionar de manera efectiva.

4.2.2.2 Justificación

- Hundimiento (R1) o escora (R2) por embarque de agua (P1) o mal tiempo (P2) debido a desplazamiento de la carga (FR15) o mal tiempo (P2).
- Varada/vía de agua (R4) por escora (R2) o pérdida de estanqueidad (FR2-P1) y mal tiempo (P2).

Se quiere hacer notar que es posible hacer conexiones entre aspectos relativos a otros factores de riesgo en el modelo.

4.3 Instalaciones de máquinas.

4.3.1 Objetivo

- Las máquinas y los servicios de máquinas se diseñarán, construirán y mantendrán para facilitar la operación de la embarcación por la tripulación embarcada en todas las condiciones operativas (de carga y estados operacionales) previsibles.

4.3.2 Prescripciones funcionales.

4.3.2.1 Descripción y resultados previstos.

- Permitir la gobernabilidad y maniobrabilidad de la embarcación
 - o dentro de las limitaciones que se hayan impuesto a la embarcación.
 - o Resistiendo la exposición ambiental
 - o utilizable en condiciones meteorológicas adversas

- garantizando la fiabilidad del dispositivo
- minimizar el riesgo de fugas de los sistemas de tubería evitando derrames.
- en todas las condiciones operativas previsibles
- Proporcionando medios de comunicación adecuados entre puente y máquinas
- disponiendo fácilmente rápidamente de información e instrucciones para la operación y el mantenimiento por parte del personal encargado de las máquinas dependiendo del tamaño de la embarcación
- Facilitar la operación de las máquinas por parte de la tripulación
 - utilizables en todas las condiciones operativas previsibles
 - incluyendo la de preservación de las capturas
 - de fácil acceso
 - permitiendo la gestión de los tanques de almacenamiento
 - permitiendo una rápida familiarización
 - Permitir el mantenimiento y la reparación de la embarcación
- *Operar de una manera previsible*
 - *con un nivel de integridad que cubra todas las prescripciones operacionales de la embarcación, la elaboración y procesamiento del pescado y del manejo de las artes de pesca.*
- Asegurar el control de la estanqueidad al agua del casco
 - protegiendo contra la inundación.
- *Posibilitar el arranque de los sistemas de parada y el equipo necesario*
 - *para proveer todas las funciones de seguridad esenciales*
 - *sin ayuda externa en todas las condiciones operativas posibles.*
 - *resistiendo la exposición ambiental*

4.3.2.2 Justificación

- Colisión (R3) y varada/vía de agua (R4) por fallo en las máquinas (FR 7, 8, 16), timón (FR6) achique (FR17) o error humano (FR9)
- Hundimiento (R1) por embarque de agua (P1) por fallo de la maquinaria (FR7, 8, 16).
- Incendio y explosión (R5) por fallo de la maquinaria (FR16), fallo alimentación de combustible (FR8) o por sobrecalentamiento (FR7).
- Hundimiento (R1) o escora (R2) por embarque de agua (P1) o mal tiempo (P2) debido a fallo de la maquinaria (FR6, 7, 8, 16).

4.4. Instalaciones eléctricas.

4.4.1 Objetivo

- El proyecto la construcción y mantenimiento de las instalaciones eléctricas, serán tales que garanticen los servicios necesarios para mantener el buque en condiciones normales de funcionamiento y habitabilidad, sin necesidad de recurrir a una fuente de energía exterior y minimizando riesgos al personal.

4.4.2 Prescripciones funcionales.

4.4.2.1 Descripción y resultados previstos

- Proporcionar suficiente potencia eléctrica
 - para suministrar los servicios de máquinas y habitabilidad
 - durante todas las condiciones operativas y las previstas para escora y asiento
 - disponibles en todo momento
 - sin necesidad de recurrir a una fuente eléctrica de emergencia.
 - resistiendo las condiciones ambientales

- Evitar que la operación del sistema de manera indebida no genere situaciones de riesgo al personal.
- para los servicios de navegación esenciales durante distintas condiciones de emergencia.
- que se active automáticamente en caso de emergencia
- que opere a las temperaturas que es previsible encontrarse
- que garantice la fiabilidad para los ciclos de servicio esperados
- suministrando información para que la operación del sistema de manera indebida no genere situaciones no deseadas.
- Distribuir potencia eléctrica
 - a todos los consumidores
 - en función de la demanda
 - con suficiente redundancia.
 - Protegiendo activamente al equipo eléctrico contra el daño propio bajo condiciones de fallo.
 - que asegure que cualquier malfuncionamiento eléctrico que presenta un peligro inmediato inicie una acción correctora para evitar riesgo de daños.
- *Evitar daños al personal*
 - *mediante medios pasivos en la instalación en todas las zonas.*
- *Proveer iluminación*
 - *adecuada para cada localización*
 - *de acuerdo a las prescripciones operacionales de la embarcación*
 - *en condiciones normales y de emergencia.*
- Proveer de un sistema de alerta
 - que informará tan pronto como sea posible
 - de las desviaciones de las condiciones normales de operación.

4.4.2.2 Justificación

- Colisión (R3) o varada (R4') por fallo de equipo eléctrico (FR10, 11) (maquinaria principal o achique).
- Hundimiento (R1) por embarque progresivo de agua (P2) por fallo de suministro eléctrico (FR10, 11).
- Incendio y explosión (R5) por fallo del equipo (FR10) o del suministro eléctrico (FR11) o por sobrecalentamiento de equipos eléctricos (FR 7).

4.5. Dispositivos de salvamento y protección de la tripulación.

4.5.1. Objetivos.

- La embarcación y sus equipos serán diseñados, contruidos, operados y mantenidos para que la tripulación abandone la embarcación de manera eficaz para poder ser rescatados con vida.

4.5.2 Prescripciones funcionales (156).

Estos prescripciones funcionales son muy dependientes del tamaño de la embarcación por lo que no son aplicables a todas las embarcaciones menores de 24 m de eslora.

4.5.2.1 Descripción y resultados previstos.

- Todos los dispositivos de salvamento deberán estar listos para su uso.
 - de fácil acceso (por ejemplo, sin obstrucciones y no están bajo llave)
 - funcionamiento seguro
 - pueden operar independientemente del suministro de energía del buque –garantizar la fiabilidad de los dispositivos para el ciclo de servicio especificado
 - *resistir la exposición ambiental del buque a:*
 - *la luz solar*

- *el agua de mar (agua embarcada, mar gruesa)*
 - *la acumulación de hielo*
 - *el viento*
 - *la humedad*
 - *los hidrocarburos*
 - *la temperatura*
- utilizables/operables en condiciones meteorológicas adversas
- utilizables/operacionales en condiciones adversas de avería del buque (es decir, que afecten al asiento, la escora o el balance)
- Familiarizarse con el equipo y los procedimientos de emergencia:
 - formación y familiarización para un manejo del equipo y una gestión de las emergencias que sean fiables y eficaces
 - ejercicios para practicar el manejo del equipo y la gestión de las emergencias
 - se designan sustitutos para las personas clave
- Proporcionar información e instrucciones a todas las personas a bordo según las funciones que se les han asignado en relación con el equipo de salvamento
 - se presentan de manera que puedan comprenderse y aplicarse
 - se distribuyen y colocan en lugares adecuados y llamativos
 - respecto de los procedimientos de emergencia y de la ubicación y el uso del equipo, como mínimo:
 - instrucciones para llegar a los puestos de reunión;
 - asignación a los dispositivos;
 - funciones y responsabilidades;
 - ubicación de los dispositivos y el equipo de salvamento; y
 - funcionamiento/uso de los dispositivos
 - las instrucciones de los dispositivos de salvamento deben ser accesibles en todas las condiciones (por ejemplo, en caso de mal tiempo y con alumbrado de emergencia)
 - se resaltan los lugares en los que están estibados los dispositivos de salvamento
- Garantizar que se suministra al personal información fácilmente disponible para permitir la gestión eficaz de la emergencia
 - funciones y responsabilidades
 - los procedimientos tienen en cuenta las características físicas y las capacidades de las personas embarcadas
 - información sobre las personas a bordo
 - se presenta de manera que pueda comprenderse y aplicarse
 - se coloca en lugares adecuados y llamativos
- Proporcionar medios de comunicaciones internas durante la emergencia
 - bidireccionales a todos los puntos utilizados durante una emergencia
 - los sistemas de transmisión deben ser audibles para todas las personas a bordo, de acuerdo con el lugar del buque en el que se encuentren
 - capaces de funcionar de manera continua
- Proporcionar medios para el abandono del buque en condiciones de seguridad de todas las personas a bordo
 - maneras alternativas de descender a la línea de flotación/subir a la embarcación de supervivencia
 - puesta a flote sin obstrucciones y en condiciones de seguridad de la unidad de supervivencia (evitar la interferencia con estructuras como la hélice, etc.)
 - reflejar las características y las capacidades de las personas embarcadas
 - puesta a flote en condiciones de seguridad durante las maniobras del buque nodriza
 - capacidad “autozafable” de la unidad de supervivencia
 - espacio suficiente para reunir a todas las personas a bordo en la proximidad de los puestos de embarco
 - abandono oportuno
- Proporcionar medios para la seguridad y la supervivencia de todas las personas entre el abandono del buque y el rescate

- *un entorno habitable para todas las personas*
- *utilizables/suficientes para la zona de operaciones, es decir, teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas y del mar previstas, la radiación y las especies marinas peligrosas*
- *independientes del estado del buque nodriza*
- *estabilidad y navegabilidad para la unidad de supervivencia*
- *capacidad de una embarcación de supervivencia propulsada de dirigir a unidades pasivas*
- *capacidad de llegar a una distancia segura a tiempo*
- *botiquines de primeros auxilios y medicación contra el mareo*
- *suministro de alimentos y de agua para todas las personas*
- *protección contra la hipotermia (muerte por hipotermia)*
- *protección contra la hipertermia (muerte por hipertermia)*
- *reflejar las características y las capacidades de las personas embarcadas*
- *elementos de alta visibilidad para facilitar la localización de las personas en el agua*
- *los medios de agarre están concebidos para facilitar la izada/recuperación de personas desde el agua*
- Proporcionar un acceso rápido a los sistemas de supervivencia para todas las personas
 - cantidad, distribución y disposición de dispositivos de salvamento a bordo
 - señalización para los dispositivos de salvamento
 - reflejar las características físicas y las capacidades de las personas embarcadas
- Proporcionar medios para permitir la supervivencia en el agua hasta el rescate
 - en función de la zona operacional del buque
 - evitar que las personas se ahoguen
 - protección contra la hipotermia (muerte por hipotermia)
- Proporcionar medios activos y pasivos para la detección de unidades de supervivencia y de personas en el agua por las unidades de supervivencia y las unidades de salvamento
 - pasivos y activos
 - visuales
 - sonoros
 - radio
 - alcance apropiado

4.5.2.2. Justificación.

Todos los modelos en el árbol de eventos en el momento en el que la embarcación se debe abandonar o es necesario comunicar el abandono internamente. Para las descripciones será necesaria la elaboración de un modelo específico que permita determinar los factores de riesgo específicos del salvamento. En relación a los estándares de los equipos y sus funciones normalmente se recurre al estándar de la OMI al considerarse robustas (157) a falta de dividir estas en embarcaciones de menos y más de 12 m de eslora.

4.6 Prevención, detección y extinción de incendios y equipo contraincendios

4.6.1. Objetivo

- La embarcación y sus equipos serán diseñados, contruidos, operados y mantenidos de modo que en la medida de lo posible se eviten incendios y estos sean detectados, contenidos y extinguidos mientras se mantienen las funciones esenciales de seguridad durante y después el comienzo de un incendio.

4.6.2 Prescripciones funcionales.

Del mismo modo que en salvamento no todos las prescripciones funcionales son aplicables a todas las embarcaciones.

4.6.2.1 Descripción y resultados previstos.

- Mantener la integridad estructural de la embarcación:
 - o en función de
 - su material de construcción (cocina, camarotes, habitación)
 - su configuración, tamaño y zona de operación,
 - para evitar el colapso total o parcial de la estructura
 - o evitando la inflamación de materiales combustibles o líquidos inflamables, gases y vapores,
 - o limitando la propagación de un incendio en cada uno de los espacios de la embarcación en función de su tamaño y zona de operación,
- Detección, Supresión y extinción de incendio:
 - o de manera efectiva
 - o tanto en el espacio de origen como externamente al mismo
 - o de manera redundante.
- Mantener y/o recuperar la capacidad de las funciones esenciales de seguridad y de otros servicios:
 - o en un nivel mínimo consistente con la operación de la embarcación.
- Todos los dispositivos de lucha contraincendios deberán estar listos para su uso.
 - o de fácil acceso (por ejemplo, sin obstrucciones y no están bajo llave)
 - o funcionamiento seguro
 - o pueden operar independientemente del suministro de energía del buque –garantizar la fiabilidad de los dispositivos para el ciclo de servicio especificado
 - o *resistir la exposición ambiental del buque a:*
 - *la luz solar*
 - *el agua de mar (agua embarcada, mar gruesa)*
 - *la acumulación de hielo*
 - *el viento*
 - *la humedad*
 - *los hidrocarburos*
 - *la temperatura*
 - o *utilizables/operables en condiciones meteorológicas adversas*
 - o *utilizables/operacionales en condiciones adversas de avería del buque (es decir, que afecten al asiento, la escora o el balance)*
- Familiarizarse con el equipo y los procedimientos de emergencia:
 - o formación y familiarización para un manejo del equipo y una gestión de las emergencias que sean fiables y eficaces
 - o ejercicios para practicar el manejo del equipo y la gestión de las emergencias
 - o se designan sustitutos para las personas clave
- Proporcionar información e instrucciones a todas las personas a bordo según las funciones que se les han asignado en relación con el equipo de lucha contraincendios
 - o se presentan de manera que puedan comprenderse y aplicarse
 - o se distribuyen y colocan en lugares adecuados y llamativos
 - o respecto de los procedimientos de emergencia y de la ubicación y el uso del equipo, como mínimo:
 - asignación a los dispositivos;
 - ubicación de los dispositivos y el equipo; y
 - funcionamiento/uso de los dispositivos
 - o las instrucciones de los dispositivos de lucha contraincendios deben ser accesibles en todas las condiciones (por ejemplo, en caso de mal tiempo y con alumbrado de emergencia)
 - o se resaltan los lugares en los que están estibados los dispositivos de salvamento
- Garantizar que se suministra al personal información fácilmente disponible para permitir la gestión eficaz de la emergencia
 - o funciones y responsabilidades

- los procedimientos tienen en cuenta las características físicas y las capacidades de las personas embarcadas
- información sobre las personas a bordo
- se presenta de manera que pueda comprenderse y aplicarse
- se coloca en lugares adecuados y llamativos
- Proveer de medios de escape suficientes en función de la configuración y tamaño de la embarcación

4.6.2.2 Justificación

- Incendio y explosión (R4) por fallo del cárter (FR18), sobrecalentamiento (FR7), fallo eléctrico (FR10,11), fallo de alimentación o almacenamiento en la cocina (FR4, 8).

En relación a los estándares de los equipos y sus funciones normalmente se recurre al estándar de la OMI al considerarse robustas (157) a falta de dividir estas en embarcaciones de menos y más de 12 m de eslora.

4.7. Seguridad de la navegación

4.7.1. Objetivo

- Los espacios destinados a la navegación, los sistemas y equipos facilitarán que cuando la embarcación esté en la mar pueda realizar una navegación segura minimizando el riesgo de varada, colisión y con impactos medioambientales negativo.

En relación al impacto medioambiental, de cara a que la normativa sea holística se ha decidido incluir este aspecto.

4.7.2 Prescripciones funcionales

4.7.2.1 Descripción y resultados previstos.

- Proveer de espacios para la navegación
 - en función del tamaño y zona de operación de la embarcación.
 - con visibilidad suficiente
- Proveer una navegación independiente y localizada
 - que permitan al tanto de las amenazas para la navegación, sean fijas o móviles
 - proporcionar fiabilidad y minimizar el riesgo de una mala operación en todas las condiciones operacionales posibles.
 - proporcionando medios adecuados para medir e interpretar datos atmosféricos en función de la zona de operación de la embarcación
 - permitiendo que la embarcación sea vista
 - Proporcionar la luz solar
 - el agua de mar (agua embarcada, mar gruesa)
 - la acumulación de hielo
 - el viento
 - la humedad
 - los hidrocarburos
 - la temperatura
- Asistencia a otras embarcaciones, aeronaves, unidades o personas en peligro
- Todos los dispositivos de navegación deberán estar listos para su uso.
 - de fácil acceso (por ejemplo, sin obstrucciones y no están bajo llave)
 - funcionamiento seguro

- pueden operar independientemente del suministro de energía del buque –garantizar la fiabilidad de los dispositivos para el ciclo de servicio especificado
- resistir la exposición ambiental del buque a:
 - utilizables/operables en condiciones meteorológicas adversas
 - utilizables/operacionales en condiciones adversas de avería del buque (es decir, que afecten al asiento, la escora o el balance)
- Familiarizarse con el equipo y los procedimientos de emergencia:
 - formación y familiarización para un manejo del equipo y una gestión de las emergencias que sean fiables y eficaces
 - ejercicios para practicar el manejo del equipo y la gestión de las emergencias
 - se designan sustitutos para las personas clave
- Proporcionar información e instrucciones a todas las personas a bordo según las funciones que se les han asignado
 - se presentan de manera que puedan comprenderse y aplicarse
 - que permitan al tanto de las amenazas para la navegación, sean fijas o móviles
 - se distribuyen y colocan en lugares adecuados
 - las instrucciones de los equipos deben ser accesibles en todas las condiciones (por ejemplo, en caso de mal tiempo y con alumbrado de emergencia)

4.7.2.2 Justificación.

Colisión (R3), varada y vía de agua (R4) asociados a árboles de fallo de la navegación (FR12): error humano (FR9, 13, 14), mal tiempo (P2), fallo del sistema (FR19), fallo del equipo eléctrico (FR10, 11).

5. Objetivos y prescripciones funcionales derivadas del RD 1185/2006 sobre radiocomunicaciones

5.1. Objetivo

- El equipo de comunicaciones dispuesto a bordo facilitará que cuando la embarcación esté en la mar pueda ser capaz de transmitir y recibir alertas de socorro embarcación-tierra y embarcación-embarcación.

5.2 Prescripciones funcionales

5.2.1 Descripción y Resultados previstos

- Proveer de medios de comunicación externos:
 - para transmitir y recibir comunicaciones en función del área de operación
 - para alertar externamente durante una emergencia
 - que mantengan las funciones esenciales después de como mínimo un error o fallo operacional
 - para proporcionar medios para la búsqueda y el rescate de la embarcación y las personas.
 - adecuados para guiar a los barcos y las aeronaves a la posición donde se encuentre la embarcación
- Todos los dispositivos de radiocomunicaciones deberán estar listos para su uso.
 - de fácil acceso (por ejemplo, sin obstrucciones y no están bajo llave)
 - funcionamiento seguro
 - que minimicen el riesgo de una operación errónea en todas las condiciones operativas posibles.
 - pueden operar independientemente del suministro de energía del buque –garantizar la fiabilidad de los dispositivos para el ciclo de servicio especificado
 - *resistir la exposición ambiental del buque a:*
 - *la luz solar*
 - *el agua de mar (agua embarcada, mar gruesa)*
 - *la acumulación de hielo*
 - *el viento*
 - *la humedad*

- *los hidrocarburos*
- *la temperatura*
- utilizables/operables en condiciones meteorológicas adversas
- utilizables/operacionales en condiciones adversas de avería del buque (es decir, que afecten al asiento, la escora o el balance)
- utilizables en caso de emergencia
- Familiarizarse con el equipo y los procedimientos de emergencia:
 - formación y familiarización para un manejo del equipo y una gestión de las emergencias que sean fiables y eficaces para las personas de a bordo encargadas del uso de los equipos de radiocomunicaciones de socorro
 - ejercicios para practicar el manejo del equipo y la gestión de las emergencias
 - se designan sustitutos para las personas clave

5.2.2. Justificación.

Colisión (R3) y varada (R4') en los que puede producirse un fallo de la navegación (FR12) por mal tiempo (P2) o fallo humano (FR9, 13,14).

Todos los riesgos (R1 a 5) en caso de que se tengan que utilizar las comunicaciones por emergencia para pedir auxilio.

Además del aspecto de socorro de la propia embarcación las radiocomunicaciones deberán dar respuesta para poder asistir a otras en caso de emergencia. Para el desarrollo de la justificación es necesario trabajar en un modelo de alto nivel que indique los peligros y que se pueda conectar a todos los modelos desarrollados en esta tesis.

Figura 19-2. Modelo de hundimiento con requerimientos funcionales, barreras para las amenazas y los factores de riesgo. Las barreras implican requerimientos funcionales y son el punto de anclaje para desarrollar medidas de control del riesgo.

Figura 19-4. Modelo de colisión con requerimientos funcionales, barreras para las amenazas y los factores de riesgo. Las barreras implican requerimientos funcionales y son el punto de anclaje para desarrollar medidas de control del riesgo.

Figura 19-5. Modelo de varada/vía de agua con requerimientos funcionales, barreras para las amenazas y los factores de riesgo. Las barreras implican requerimientos funcionales y son el punto de anclaje para desarrollar medidas de control del riesgo.

Figura 19-6. Modelo de explosión/incendio con requerimientos funcionales, barreras para las amenazas y los factores de riesgo. Las barreras implican requerimientos funcionales y son el punto de anclaje para desarrollar medidas de control del riesgo.

6. Conclusiones

En este capítulo se ha trabajado en el desarrollo de objetivos y prescripciones funcionales que permitan la aplicación de las normas basadas en objetivos, teniendo en cuenta los modelos desarrollados.

La formulación del nivel I y II del GBS permite integrar dentro de ella el nivel de seguridad que la Administración vaya a aceptar. El ajuste del nivel de seguridad se hace trabajando de manera cuantitativa en las prescripciones funcionales. Al insertar requerimientos funcionales dentro de los modelos y asignar factores de riesgos se puede trabajar en medidas de control del riesgo directamente, que cumplan esa función y al valorarlas de acuerdo al análisis de coste beneficio se alcance el nivel de seguridad requerido. Con la descripción y su rendimiento esperado las reglas se harían medibles y cuantificables y por tanto el objetivo será también cuantificable y con un nivel de seguridad.

La cuantificación del rendimiento se ha conseguido consigue por medio de la justificación que establece una conexión directa con los modelos de accidentes, permitiendo por tanto evaluar la efectividad de las medidas. La justificación se ha desarrollado para todos los modelos, quedando pendiente dos modelos de alto nivel relativos a salvamento y radiocomunicaciones.

Antes de proceder al uso de estas normas basadas en objetivos se hace necesaria la participación de un grupo de expertos para poder determinar con más exactitud los peligros, refinar los modelos, si fuese necesario, tal y como se indica en la figura 19-1, donde figura “Administración Marítima”. Una vez realizado esto se dispondría de modelos de bajo nivel para poder desarrollar normativa nueva más allá del FSA por medio del enfoque GBS-SLA amparando la normativa de seguridad actual.

Uno de los aspectos a indicar con respecto a las prescripciones funcionales es la conexión con estándares de la OMI definidos. En este sentido se ha de considerar, por la propia administración, que el desarrollo y aplicación de estándares propios obligaría a determinar de una manera aún más clara el rendimiento esperado ya que puede ser distinto que el rendimiento que establezcan estándares reconocidos como los aceptados por la OMI.

Los objetivos y las prescripciones funcionales desarrolladas son suficientemente amplias y permiten una visión de la norma hacia el futuro.

**PARTE 5. EXTENSION DEL CONCEPTO GBS-SLA A DISEÑOS
NOVEDOSOS. CONCLUSIONES.**

20. EXTENSIÓN DEL ENFOQUE DEL NIVEL DE SEGURIDAD AL DISEÑO EMBARCACIONES DE PESCA EN EL CONTEXTO DE NORMAS BASADAS EN OBJETIVOS

Objetivo

Plantear vías de aplicación del diseño basado en riesgo a las embarcaciones de pesca, dentro de las normas basadas en objetivos mediante análisis de riesgos dirigido mediante objetivos y prescripciones funcionales como un paso dentro del marco del GBS-SLA.

1. Introducción

Desde el punto de vista normativo, las soluciones de ingeniería novedosas han de encajar en la reglamentación clásica, si no se tratan por medio de proyectos y disposiciones alternativas, donde el diseño basado en riesgos se centra en aspectos o elementos muy concretos. Dada la complejidad del proceso frente al modelo tradicional la mayor parte de un buque sigue siendo diseñado con las reglas preceptivas, pero supone barreras de diseño [65].

Como se indicó en el capítulo 6 un paso adelante dentro de la reglamentación internacional fue la aceptación de otros estándares por medio de la regla 17 del Capítulo II-2, sobre proyectos y disposiciones alternativas, que se refiere a las prescripciones funcionales a cumplir prescritas para la seguridad contra incendios mediante análisis de ingeniería, como se puede ver en la figura 20-1 para la cubierta de un crucero. Esta solución se aplicó posteriormente en los capítulos III del SOLAS, en su regla 38, para dispositivos de salvamento, en el Capítulo II-1 regla 55 para las partes A, C, D, E, casco, maquinaria, electricidad y automatismos. Estos diseños alternativos se han utilizado de manera extensiva en la industria de crucero. Así directrices para diseño alternativo para protección contra incendio [160], las guías para el capítulo II-1 y III del SOLAS [161] y las directrices más generales sobre el proceso de aprobación y seguimiento [162] contienen la metodología de ingeniería, los formatos de documento de aprobación y el informe de aprobación sobre el diseño alternativo, que deben quedar a bordo del buque para dar cobertura a los diseños más novedosos permiten sustentar estos procesos desde el punto de vista Administrativo.

Sin embargo este aspecto no ha llegado todavía al diseño y construcción de embarcaciones y buques de pesca que, a veces, tienen grandes resistencias para aplicar diseños novedosos, tal y como nuevas propulsiones. No obstante a esto el desarrollo de modelos de alto nivel y las prescripciones funcionales y objetivos delineados en el capítulo 19 debería ayudar a este proceso, pudiendo ser el marco común de discusión y trabajo entre la Administración y los diseñadores.

Figura 20-1: Cubierta principal buque de crucero con diseño alternativo para dar cumplimiento a SOLAS Cap. II-2.

A continuación se plantean las herramientas que permiten un diseño basado en riesgos compatible con el marco del GBS-SLA y extrapolable a las embarcaciones de pesca, siempre y cuando se consiguiera un nivel de rentabilidad para el armador que permita asumir los costes de ingeniería, tal vez en aquellos

astilleros en los que se construyan embarcaciones seriadas dentro de unas limitaciones operacionales a definir de manera posterior.

La solución pasa por utilizar herramientas similares a las aquí indicadas, que mediante unas buenas prescripciones funcionales permitan un diseño basado en riesgos. También pasa por el trabajo solidario de la administración y el sector de tal manera que los modelos desarrollados por la Administración junto con las prescripciones funcionales formen la base mínima de trabajo a partir de la cual los modelos de bajo nivel desarrollados completen el análisis de riesgos.

2. Estado del arte del diseño basado en riesgos uso del diseño basado en riesgos

2.1. General

El diseño de los buques se caracteriza porque las decisiones más importantes con respecto al buque se toman en las etapas más tempranas de todo el proceso. Para ser más competitivos, y poder dar al cliente lo que demanda, es necesario que estas decisiones se tomen durante la etapa precontrato, debiéndose maximizar el conocimiento al principio como indica la figura 20-2 [70].

En un diseño basado en riesgos se arranca con la colaboración entre un armador, con unas necesidades que no encajan con la normativa, y una oficina técnica. La diferencia con el diseño tradicional es que es más costoso, requiere más carga de trabajo, dado que es imprescindible hacer una labor crítica del sistema a analizar, lo cual supone un análisis aún más detallado. Con todo lo anterior se consigue más transparencia en etapas de diseño posteriores, limitando el riesgo económico en caso de no cumplimiento con los criterios de aceptación. El conocimiento sobre la embarcación que se gana con estos diseños permite conocer muy bien los límites y retroalimentar el proceso de mejora de la normativa.

Esto requiere cualificaciones y experiencia para llevar a cabo estos proyectos, comenzando por el nivel de conocimiento necesario para pasar de poder realizar diseños tradicionales hasta llevar a cabo un análisis del diseño del buque y los sistemas en sí mismos. Sería interesante que también las universidades introduzcan a los alumnos en este tipo de ingeniería.

Figura 20-2: Cambios necesarios en la toma de decisión, desplazamiento del conocimiento hacia la fase inicial [70]

Volviendo al mudo de la pesca, se quiere indicar que existe una limitación de volumen debido a la GTs. No todos los armadores tendrán el mismo número de toneladas disponibles para construir una embarcación y la duda que se plantea es hasta qué punto se dispondrá de flexibilidad cuando el diseño realmente no es flexible, por condicionamientos del tamaño o por tener que utilizar las GTs disponibles. La tesis del doctorando es que teniendo en cuenta las modificaciones que se permiten en este momento en las embarcaciones, sin necesidad de aportar GTs, la flexibilidad ya existe, aunque siguen existiendo limitaciones en el volumen bajo cubierta.

2.2. Gestión del proceso.

En lo relativo a la gestión del riesgo se debe:

- ser transparente para todos los aspectos de seguridad;
- requerir revisión continua con expertos y coordinación con las autoridades desde la fase de diseño conceptual, aspecto al cual contribuye tener unos buenos prescripciones funcionales;
- conseguir mediante procedimientos internos (el armador que contrata el buque) y externos (armador con astilleros y fabricantes);
- ser supervisada desde fuera; y
- dar lugar a buques de gran tamaño o particularizados, que tengan un nivel de seguridad más alto, comprobado mediante verificaciones basadas en cálculos, análisis y modelos, que suplementen la fase 2 del FSA desarrollado por la Administración, por medio de los modelos de bajo nivel.

Para poder compensar las diferencias en tiempos frente al diseño tradicional es muy conveniente que los proyectos de los nuevos diseños de buques vayan separados e incluyan una pre-aprobación en la fase de contratación, que encaja perfectamente con la necesaria disponibilidad de los administrados/diseñadores de los modelos de alto nivel.

Considerando el nivel de cálculo necesario para poder tratar todos los aspectos de seguridad pertinentes y el efecto de los cambios en los diseños, relativos a seguridad, funcionalidad y rendimiento se necesita, como ya se indicó anteriormente, el desarrollo de modelos paramétricos o de bajo nivel. Estos permiten, al usar herramientas de diseño en el modelo, ver cómo se compensan los aspectos de seguridad cuando se solapan. En este caso el proceso de optimización del diseño se convierte en un caso típico de optimización multi-objetivo y multi-criterio [68].

En línea con lo anterior el nivel de conocimiento se adquiere llevando a cabo dos análisis: uno cuantitativo y cualitativo, en la fase conceptual, que debe terminar con la aprobación preliminar, y que pasa por comprobar que es consistente con los modelos de alto nivel, y el cuantitativo, que permite aplicar el modelo de bajo nivel que documentará los requisitos de la aprobación final completa.

Dado que un sistema del buque puede ser parcialmente construido por el suministrador del equipo y es el astillero el que lo completa a bordo, algunas de las fases del proceso de aprobación pueden no necesitar coincidir con el proceso de diseño y construcción del barco.

2.3 Etapas del proceso de diseño y construcción

Aunque no existe una sistemática única puede constar de las siguientes etapas, indicadas en la figura 20-3:

- La descripción del diseño conceptual, los planos y documentos que pueden servir para informar de cómo el diseño cumple las medidas de eficiencia y los objetivos (de nivel I).
- Llevar a cabo un método de identificación de amenazas, por ejemplo el método HAZID, que es una herramienta de evaluación sistemática para identificar las amenazas y los problemas asociados a una planta, sistema, operación, diseño o mantenimiento. Se utiliza dentro del análisis cuantitativo del riesgos así como una herramienta separada de análisis (instalación, modificación, remplazo, mejora, etc...), que suponga el uso de los modelos de riesgo de alto nivel con las prescripciones funcionales (nivel II)
- La aprobación preliminar, que suele ser una atestación de la Administración o la autoridad que aprueba, en la que el diseño es aceptable con condiciones, sujeto a reevaluación a medida que la construcción del buque progresa. Teniendo en cuenta que el diseño basado en riesgos usaría los modelos de alto nivel, los cuales han sido diseñados para el enfoque GBS-SLA es posible que el diseñador proponga variaciones o desarrollos en los modelos.
- La evaluación del riesgo, su análisis y documentación detallada, con análisis de ingeniería y ensayos que se utilizarán para comprobar que el diseño es asumible con respecto a su intención y seguridad global dentro de todas las fases de operación. En este proceso se usarían modelos de bajo nivel. Los análisis y ensayos asegurarán que el diseño novedoso basado en riesgos cumple las expectativas desde el punto de vista funcional y del de seguridad (en la parte de la seguridad las prescripciones funcionales, que quedarían plenamente justificadas).

- La preparación de la documentación, es decir un expediente de construcción del buque, relativo al diseño basado en riesgos y la aprobación del proyecto indicará al armador y al astillero que el buque o sistema basado satisface el nivel de seguridad indicado por la Administración.

Figura 20-3. Contribución de las distintas partes del proceso proyecto y construcción y operación. Destacándose la participación en el diseño basado en riesgos [162]

Otras posibilidades partirían del I+D con una fase de definición antes del contrato o anterior a la definición básica, para posteriormente llevar a cabo un diseño que cuente con la aprobación necesaria.

2.4 Participación en el proceso de diseño y construcción.

Además de la Administración Marítima, o la Organización Reconocida que actúa en su nombre, de haberla, los siguientes agentes tienen importancia en el proceso por lo siguiente [162]:

- El armador/cliente, que siempre tiene el rol más importante en un diseño basado en riesgos, pero que para las embarcaciones de pesca necesita una atención especial, teniendo en cuenta los problemas sistémicos de seguridad. Es por ello por lo que los diseños basados en riesgos en el mundo de la pesca pasan por el afianzamiento de la cultura de seguridad. No obstante su implicación prevalecerá de manera consistente desde la selección/ajuste de los requisitos de diseño a través de la aprobación y la fase de construcción hasta la fase de operación. Debe implicar a la tripulación en el proceso.
- El diseñador, ya que su implicación se concentra en el diseño y la fase de construcción. Es el que debe tener los conocimientos principales en aplicación de herramientas de diseño basado en riesgos.
- El astillero/empresa subcontratada, que si se encuentra implicada en la configuración de equipos o sistemas asociados al diseño basado en riesgos, se deberá centrar en la especificación del diseño, así como en los detalles que se deben remitir para la fase operacional (si el diseño se ha adquirido a diseñadores o consultores) y es el que integra la tecnología a bordo.

3. Conclusiones

El diseño basado en riesgos ha sido utilizado hasta la fecha de modo limitado aunque es más complejo que el diseño convencional. Sin embargo aporta ventajas innegables de flexibilidad. Por el contrario las reglas preceptivas limitan los diseños actuales [10] y esto se ha podido comprobar por el doctorando, incluso para las embarcaciones de pesca menores, para las que el doctorando encontró resistencias normativas para el desarrollo de propulsiones alternativas, p.ej. embarcaciones de pesca con motores fuera borda propulsados por propano-butano.

En el mundo de la pesca existen varios retos a los que afrontarse antes de llevar a cabo de manera abierta el diseño basado en riesgos de manera similar a como se hace en los buques mercantes. Por un lado consolidar una cultura de seguridad, por otro lado ir hacia embarcaciones más seriadas sin la necesidad de apurar el uso de las GTs disponibles y siendo generoso por parte de las Administraciones para primar la seguridad frente a la capacidad y generando el vínculo necesario entre sostenibilidad y seguridad, es decir, yendo hacia marcos más holísticos para romper las ataduras con el esfuerzo pesquero medido en tamaño de la embarcación.

Teniendo en cuenta los rápidos cambios tecnológicos es esencial que los diseñadores y astilleros españoles se vayan familiarizando con el uso de herramientas de análisis de riesgos para poder aportar más conocimiento en la fase de diseño, así como disponer de técnicas para satisfacer a los clientes con soluciones innovadoras. Esto mejorará la competitividad de las organizaciones que trabajan en explotar nuevas oportunidades, a la vez que se incrementa la seguridad, se permite la integración de tecnología y se incrementa el conocimiento de los aspectos que tienen que ver con el riesgo en el diseño y en la operación de los buques [10], [66].

En el diseño basado en riesgos las soluciones técnicas y la decisión final sobre su aceptación dependerán de la complejidad del diseño a acometer y de cómo se ha de demostrar el cumplimiento.

La aprobación de diseños de buques y sus sistemas basados en riesgo pasan por la identificación y resolución de los aspectos relativos a la aceptación del diseño propuesto desde el punto de vista reglamentario. La revisión del análisis de riesgos y el establecimiento de criterio de aceptación del riesgo son elementos centrales en la aprobación. El régimen reglamentario del futuro facilitaría la aprobación de diseños innovadores de buques que se desvíen de las reglas preceptivas.

Son varios los obstáculos para la aceptación e implantación efectiva de estos diseños. Además de aspectos financieros y legales una de las claves está, en este momento, en fijar por la Administración el nivel de seguridad mínimo requerido, lo cual supone cerrar objetivos, prescripciones funcionales y modelos con el uso de herramientas que son propias del análisis formal de la seguridad para: poder desarrollar nuevas normas o permitir al diseñador diseños novedosos.

En el diseño basado en riesgos las soluciones técnicas y la decisión final sobre su aceptación dependerán de la complejidad del diseño a acometer y de cómo se ha de demostrar el cumplimiento. Por lo tanto es difícil desarrollar un procedimiento único sobre como aceptar los diseños. No obstante hay aspectos esenciales a tener en cuenta:

- implicación de armadores y diseñadores en el proceso;
- capacidad de diseño y de gestión de proyectos;
- capacidad de asociación con consultores y líderes de la industria;
- seguimiento riguroso de los procesos de análisis de riesgos;
- utilización de las herramientas de software y tecnologías de diseño; y
- mejora continua en el proceso

La aprobación de esos diseños debe ser predecible, transparente y consistente. La cantidad de trabajo necesaria para obtener esa aprobación debe ser reducida al mínimo para asegurar procesos efectivos.

Los modelos desarrollados para el marco GBS-SLA pueden ser utilizados por los diseñadores, con un propósito distinto del de construir reglas, que es el de conocer qué prescripciones funcionales se deben de cumplir, cómo esos diseños disminuyen el riesgo frente al acumulado por el histórico de accidentes. Para ello sería necesario conectar los modelos de alto nivel con los de bajo nivel.

No obstante a todo este proceso es necesaria una mejora de los datos sobre siniestros para poder poblar las bases de datos.

21. CONCLUSIONES Y TRABAJOS PARA EL FUTURO.

Esta tesis se ha centrado en la pesca en España, tras haberse identificado por el doctorando la necesidad de plantear una metodología cuantitativa relativa a la seguridad de la vida humana en la mar en los pesqueros. Este proceso arrancó tras las ponencias en el 1^{er} Congreso Nacional sobre Salvamento Marítimo de 2008 [163] y en la “World Fishing Exhibition” de 2009 [164].

Tal y como se ha analizado en la tesis la pesca es una actividad importante para el país, con un volumen importante de pescadores y de unidades. En algunas regiones la actividad es particularmente relevante, lo cual hace atractivo un enfoque a nivel regional, dado que no todas las Comunidades son costeras o con intereses en el sector, aunque se optó por un enfoque nacional.

El trabajo comenzó con un análisis de la pesca en el mundo, con caladeros sobre-explotados que exigen a los pescadores una exposición mayor al medio, dentro de políticas pesqueras y de seguridad que se encuentran en sus principios en países en vías de desarrollo y maduras en otros, como es el caso de España.

El doctorando seleccionó las embarcaciones de pesca de eslora L menor de 24 por su alta siniestralidad y el potencial que el estudio de la seguridad tiene en el contexto global, con 3,1 millones de embarcaciones menores de 100 toneladas de registro y 4,5 millones por debajo de 24 m de eslora.

Teniendo en cuenta la necesidad de enfoques más holísticos, el doctorando apuesta por reforzar el vínculo entre sostenibilidad y seguridad de la vida humana en la mar para favorecer esta última, aprovechando, entre otros, el impulso de los objetivos de desarrollo sostenible de Naciones Unidas del 2030. Además España, como país desarrollado, tiene la obligación de contribuir a la sostenibilidad y reforzar la seguridad, y colaborar en la mejora de la pesca en los países en vías de desarrollo.

A lo largo de esta tesis se han ido planteando una serie de objetivos para poder desarrollar una metodología duradera en el tiempo y resistente a los cambios, que dotaría de flexibilidad a la Administración, para poder regular los pesqueros y permitir un trabajo que genere más sinergia con el sector.

La intención del doctorando fue la de aplicar a priori una metodología, aún no probada ni nacional ni internacionalmente, que permita poner en valor los siniestros, sus informes con conclusiones, trabajando con una base estadística para la toma de decisiones.

La metodología de Análisis Formal de la Seguridad (FSA), que se ha aplicado en la OMI desde hace más de 15 años, al objeto de poder ser proactivos en el desarrollo normativo, tiene la capacidad de romper la barrera de legislar de manera prescriptiva, basada en el principio de acción-reacción. Para ello se han utilizado herramientas de análisis de riesgos con un enfoque de nivel de seguridad para establecer el nivel y cuantificar el impacto de potenciales medidas de control del riesgo, que se traducen en normas, para más tarde poder trabajar en normativa basada en objetivos. Esta tesis plantea la búsqueda de ese nivel.

La alta siniestralidad de accidentes mortales de la pesca se diluye en estadísticas más generales en el contexto nacional. El índice de siniestralidad de la pesca española es muy elevado, en términos de índices de incidencia de accidentes de trabajo mortales. No obstante, en el panorama nacional las cifras se amortiguan, ya que la pesca se suma a otros sectores.

Una de las conclusiones extraídas del análisis histórico de los accidentes fue la disminución del número de muertes y la frecuencia de los accidentes en el periodo 2008 a 2013 frente al periodo 2000 a 2007, tanto en el riesgo individual como en el riesgo colectivo. Además se conserva para los años 2014 y 2015 al

mantenerse las frecuencias de una manera aproximada, lo cual da validez a la base de datos elaborada con accidentes de 2000 a 2013.

Sobre esta conclusión se investigó cuáles son las posibles causas de esa caída del número de hundimientos y de fallecimientos. En España la pesca, debido a la escasez del recurso y a las políticas comunitarias, ha ido en descenso en los últimos 15 años. Ciertamente la flota pesquera española había disminuido en número de unidades desde el año 2000 al 2013, de 16885 hasta 9872²⁷, con una caída del tonelaje bruto de 530.000 GT a 373.000 GT. Del mismo modo, el impacto de la pesca en el PIB español era cada vez menos significativo.

Aunque existe una disminución del riesgo potencial de pérdida de vidas humanas, aspecto que es muy claro desde el momento en que se reduce el número de embarcaciones, las que permanecen son de mayor porte e intrínsecamente con más medidas de seguridad, se aisló la caída de la flota del descenso de siniestros y se comprobó que la frecuencia relativa había disminuido junto con el número de fallecimientos. Otros aspectos como la meteorología o las horas en las que se faena podrían tener influencia, pero para estos dos últimos, después de consultas a capitanías marítimas relativas a frecuencias de salidas y número de horas en la mar, se concluyó que la operativa no habría cambiado sustancialmente.

Teniendo en cuenta el riesgo individual y colectivo de los pescadores la incidencia de accidentes de trabajo mortales de la pesca en España se encuentra en línea con la incidencia en el sector marítimo en su conjunto. Esto es una buena noticia, como también lo es que es muy inferior a la incidencia de accidentes mortales de la pesca a nivel mundial.

También, teniendo en cuenta el riesgo colectivo se concluye que la situación de los pescadores en el contexto nacional se encuentra en una zona susceptible de mejora, pero no intolerable, lo cual estaría en consonancia con el sentir general de la Administración y así lo demuestran los diagramas de frecuencia de N o más fallecimientos (F-N) calculados, que se realizan por primera vez para pesqueros.

Esta conclusión, sin embargo, no es extrapolable a las comunidades en las que la pesca es un componente importante en su economía, en particular Galicia o Andalucía. Este estudio no se ha llevado a cabo en la tesis, debiéndose para ello calcular los fallecimientos por unidad del PIB, multiplicarlos por el valor económico de la actividad para obtener sus pérdida potencial de vidas de la actividad (PLL_A). Posiblemente se obtendrían valores de PLL_A más altos, aunque estos se deberían comparar con la pérdidas potenciales de vidas (PLLs), que serán también más altos.

En la labor de analizar el riesgo colectivo, el doctorando decidió trabajar en modelos de riesgos de alto nivel tras elaborar una base de datos que permite convertir las frecuencias de accidentes en probabilidades. Mediante estos modelos se pueden extrapolar los costes de los accidentes así como la pérdida potencial de vidas humanas y la pérdida económica. Para ello se cuantificó económicamente los accidentes para poder estimar su coste global y alimentar los modelos de riesgo de alto nivel. Los modelos de alto nivel, a pesar de ser genéricos, no pudieron incluir todos los accidentes de la base de datos sino aquellos con información suficiente. Debido a la falta de información, se obligó a trabajar en rangos de esloras más amplios, aún a riesgo de perder precisión, optando por dividir en dos grupos de esloras en línea con la legislación nacional, esto es L menor y mayor o igual de 12 m. En relación con la pérdida económica, a tenor del trabajo realizado, se recomienda por parte del doctorando prudencia en la determinación de ésta por los modelos. Además se recomienda que se recabe información más estructurada que permita un desarrollo de modelos con más datos.

Los modelos en los que se trabajaron: colisión, varada/vía de agua, escora, hundimiento y explosión e incendio se contrastaron con la base de datos histórica por medio de las curvas FN indicadas anteriormente para ver el ajuste de las mismas y dar validez a los modelos. Se consiguió un ajuste suficiente, en particular para las pérdidas potenciales de vidas humanas (PLLs) y, por tanto, en el riesgo de fallecimiento, gracias a

²⁷ Todas las esloras

que los siniestros con fallecimientos contienen más información y por tanto se pueden llevar a los modelos. En particular en las pérdidas económicas los modelos tienen un error estimado del 15%, pero tienen un ajuste más preciso para la pérdida de vidas humanas con un 10% tal y como se puede ver en el capítulo 11. Una vez que los modelos estén calibrados se podrá proponer medidas preventivas y evaluar éstas en base a la reducción del riesgo que conllevan. Con ello se terminó el desarrollo de las etapas 1 y 2 del FSA. Queda para un estudio posterior la mejora de los modelos y la mejora de la información a incluir en los mismos.

Con todo lo anterior se procedió a trabajar en la determinación de parámetros como el coste bruto y neto para evitar un fallecimiento (GCAF y NCAF). Estos parámetros, que se usan en la metodología del FSA para realizar el análisis de coste beneficio, permiten determinar el nivel de seguridad de la flota pesquera nacional en base a costes.

Teniendo en cuenta el uso del valor para evitar un fallecimiento (VPF) en base a costes se determinó el valor estándar para España, siendo éste de 4,50 millones de €, que queda fijado así para cualquier otro FSA que se quiera realizar para el ámbito marítimo español.

A la hora de determinar el nivel de seguridad, teniendo en cuenta la caída de la frecuencia, se llegó a la conclusión de que podían haber sido positivas una serie de medidas en relación al descenso del número de fallecimientos y, por tanto, de la disminución del riesgo:

- Campañas de concienciación y de inspección de buques de pesca;
- Entrada en vigor del RD 1185/2006 del 16 de octubre sobre radiocomunicaciones [6], que obligó a la instalación de ciertos equipos a bordo que ciertamente influirían en la respuesta y el efecto de los accidentes;
- La entrada en vigor del RD 543/2007 de 27 de junio [7], 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 (L), que presentaba algunas medidas preventivas en la construcción y el equipo de las embarcaciones de impacto económico para los armadores;
- La regularización de las embarcaciones de pesca, a las cuales se obligó a dar el tratamiento de nuevas con respecto al RD 543/2007, con implantación de estas medidas en un periodo de tres años (en particular para la regularización). Con ello se hizo más sencillo estimar la caída del riesgo derivado de este régimen reglamentario.

Con todo lo anterior, se procedió a determinar el nivel de seguridad considerando el impacto de la normativa adoptada, que expresa el porcentaje de uso del parámetro VPF que se debe utilizar en el análisis coste beneficio. De este cálculo se obtuvieron los niveles de seguridad en base a costes teniendo en cuenta la base de datos de accidentes hasta 2013, como se indica en el capítulo 13. Al actualizarlos con los accidentes en el periodo 2014 y 2015 se comprueba la sensibilidad del parámetro, por lo que se recomienda que se realicen más estudios para lograr un mejor ajuste.

Los niveles de seguridad indican también cómo ha influido la normativa, pudiéndose asumir que ésta ha funcionado relativamente bien, con un nivel de seguridad más elevado para esloras menores de 12 m ya que el porcentaje de uso del VPF se acerca a la unidad. Aunque no sería necesario implantar medidas reglamentarias de alto impacto, se recomienda un esfuerzo particular en estas embarcaciones, ya que son las más afectadas por la seguridad marítima y, curiosamente, sobre las que se dispone de menos información. Para las embarcaciones a partir de 12 m de eslora, con un nivel más bajo, el marco reglamentario funciona y el riesgo se ha reducido significativamente.

Esto significa en general un buen comportamiento del marco reglamentario en seguridad de embarcaciones de pesca de menos de 24 m de eslora al no superar el VPF. Con ello, además del establecimiento del nivel éste queda evaluado, tal y como pretende el título de la tesis.

Dado que el cálculo se ha realizado para un periodo limitado desde la entrada en vigor de la normativa, el doctorando recomienda recalcular el valor no antes de 2018, tras 10 años de la entrada en vigor de la reglamentación, para poder disponer de una estimación del nivel más sólida y acometer el cálculo del

nivel con una curva F-N. En el ínterin se recomienda asignar un valor del 100%, que supone usar todo el VPF en el análisis de coste beneficio. Este valor coincidiría con la idea de que las nuevas medidas que se pudiesen desarrollar e implantar tuvieran en cuenta los valores NCAF y GCAG nominales derivados del VPF. Esto no significa que no se puedan imponer medidas adicionales, sino filtrar aquellas que se quisieran implantar con el nivel de seguridad. Lo más interesante en este proceso es que no se da por hecho que el nivel de seguridad sea el 100%, tal y como se consideraría a tenor de la normativa actual por defecto.

El doctorando también recomienda reconsiderar el nivel de seguridad obtenido en base a costes netos para evitar un fallecimiento (NCAF) por sus bajos valores obtenidos, lo cual prácticamente obliga por el momento a la sola adopción de medidas de coste neto negativo aunque abre la vía de estudiar medidas en accidentes sin tener en cuenta los fallecimientos sino estrictamente el criterio de coste y beneficio.

Una vez establecido el nivel de seguridad el doctorando procedió a realizar una evaluación formal de la seguridad completa, es decir, desarrollar en su totalidad las etapas del FSA. Este desarrollo permite evaluar el nivel de seguridad.

Antes de ello, para ganar conocimiento del entorno, se estudiaron inspecciones no programadas de embarcaciones de pesca, sin mucho éxito. Queda abierta la posibilidad de desarrollar una metodología que permita la mejora de conocimiento de las embarcaciones para poder poblar los modelos y ayudar a la búsqueda de causas raíz, la investigación de los siniestros y la mejora de la normativa. Con ello se sugiere que las inspecciones programadas estén orientadas a detectar fallos de causa raíz de los siniestros. Una de las ventajas del análisis realizado en la tesis relativo a las inspecciones fue descubrir potenciales medidas de control de riesgo a considerar en la etapa 3 de un FSA.

Con todo lo anterior se desarrollaron las etapas 3, 4 y 5 del FSA, para terminar un análisis completo. Las opciones de control de riesgo que superan el análisis son las indicadas en el capítulo 17, y fueron sopesadas en dos fases: teniendo en cuenta la variación en las previsiones de la flota pesquera o los costes de las medidas de control del riesgo, así como un análisis de sensibilidad. Dentro de las opciones de control de riesgo que se pueden seleccionar destacan principalmente:

Para las embarcaciones de menos de 12 m de eslora:

- Mejora de la cultura de seguridad en el sector (RCO 1);
- Permitir estiba de la pesca en cubierta (RCO 7); e
- Implantación de carteles radio para comunicaciones (RCO 18).

Para las embarcaciones desde 12 m de eslora:

- Establecimientos de umbrales de puertas reglamentarios para las embarcaciones existentes, así como mejora de las inspecciones de los medios de cierre a los efectos de KNs (RCO 10);
- Implantar marcas de calado en las embarcaciones existentes (RCO 8);
- Mejora de la cultura de seguridad en el sector (RCO 1).

Esto está en línea con la sensibilidad del mundo de la pesca a nivel general y lleva a la conclusión de que el trabajo de implantación de cultura de seguridad es esencial, sin considerar por tanto otras medidas de carácter típicamente reglamentario, como se podría indicar en algunas recomendaciones tras los análisis de los siniestros. No obstante, aspectos relativos a la estabilidad ocupan un lugar relevante en las medidas a adoptar.

En base a este FSA otras medidas, como la implantación de un sistema de gestión de la seguridad, la aprobación de los planos de las embarcaciones por medio de una Sociedad de Clasificación o la mejora de la ventilación en embarcaciones existentes quedarían descartadas desde el punto de vista cuantitativo en lo que se refiere a esta tesis.

Con todo lo anterior se da por terminado el primer análisis formal de la seguridad llevado a cabo en España para cualquier tipo de buque y, en particular, para las embarcaciones de pesca de menos de 24 m de eslora. También es el primero que se realiza para pesqueros a nivel internacional.

Como se indicó anteriormente al tratar el uso del NCAF, uno de los aspectos que es susceptible de mejora tras esta tesis es la estimación de los beneficios para poder determinar opciones de control del riesgo basadas en el coste neto para evitar un fallecimiento, ya que a la vista de la etapa 4 del FSA son muchas las medidas que se pueden adoptar.

También queda abierto para estudios posteriores el análisis coste beneficio de grupos de medidas de control del riesgo, por la relación que existe entre ellas, que pueden llevar a costes de implantación inferiores y a costes brutos o netos menores.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, el doctorando analizó las ventajas de contar en la legislación de seguridad de la vida humana en la mar de las embarcaciones de pesca con un marco normativo basado en normas basadas en objetivos (GBS). Se considera que este marco es beneficioso para la heterogeneidad de las embarcaciones de menos de 24 m. Por lo tanto, el doctorando apuesta definitivamente por un marco normativo amplio, dados los desajustes que se producen en la aplicación de normativa excesivamente prescriptiva. Esto también permite mejorar el alcance de medidas de carácter transnacional, como en la UE, o global, y desarrollar normativa más duradera que permita enfoques holísticos y vinculados con otros aspectos como la sostenibilidad del recurso.

Una vez reconocidas las bondades del GBS, se trabajó en sus niveles I y II, determinando objetivos y prescripciones funcionales. Las prescripciones funcionales requirieron de una descripción y de unos resultados previstos, que también se desarrollaron y que contribuyen a la cuantificación efectiva para el desarrollo normativo detallado, lo cual constituye el mayor avance posible hacia las normas basadas en objetivos con enfoque del nivel de seguridad (GBS-SLA), ya que se vincula a los modelos de alto nivel, a modo de barreras para los factores de riesgos que se consideraron en los modelos [165].

A la hora de desarrollar normas basadas en objetivos será necesario desarrollar en más profundidad las amenazas y los factores de riesgo que se asocian al cumplimiento de los requerimientos funcionales, si bien los modelos desarrollados en esta tesis constituyen una buena base para verificar el cumplimiento de las normas. Queda para una labor posterior de la tesis la mejora por medio de un grupo de expertos de las prescripciones funcionales a tenor de los modelos desarrollados, esto es, refinar las justificaciones asociadas a los resultados previstos o viceversa mediante la mejora de los modelos, buscando prescripciones funcionales más ajustadas.

Dados los avances en sensores, materiales, disponibilidad de datos, capacidad de análisis y mejora de las comunicaciones de alguna manera se llegará a un uso más flexible de la normativa considerando, en el futuro, embarcaciones controladas por control remoto o con tripulaciones muy reducidas. La apuesta principal del doctorando es permitir con el tiempo diseños más flexibles. Es por ello que, además de proporcionar un marco duradero en el tiempo para el desarrollo de normativa prescriptiva, las normas basadas en objetivos permiten trabajar en niveles de seguridad, y dotan al sector de libertad en el diseño siempre que se trabaje en entornos más abiertos y participativos, con un uso cooperativo de los modelos de riesgo de alto nivel desarrollados. A esto se dedica el último capítulo, en el que se incide en que el futuro pasará por que la Administración desarrolle modelos de alto nivel y determine los peligros a mitigar, para que el diseñador en colaboración con el armador, enriquezcan los modelos con otros de bajo nivel, y así conseguir la aprobación de la Administración.

En resumen, el marco desarrollado en esta tesis permite alejarse del principio tradicional de acción-reacción de un sector, el de la pesca, importante en España y tan sensible para algunas regiones como pueden ser Galicia o Andalucía.

Además el doctorando cree que la metodología tiene potencial y es complementaria con el uso de modelos de riesgo de bajo nivel. Los modelos permitirán estimar mejor la reducción de las probabilidades de los accidentes trabajando en los árboles de fallos y de eventos con medidas de control del riesgo.

Finalmente esta propuesta permitirá encajar reglamentariamente la heterogeneidad de embarcaciones de pesca de España. También permite un enfoque más holístico al poder incluirse otros elementos como la prevención de la contaminación, el uso responsable del recurso y la sostenibilidad.

BIBLIOGRAFIA

1. MAIB. Annual reports 2012-2015 [última consulta 12/02/2017]. Disponible en <https://www.gov.uk/government/collections/maib-annual-reports>.
2. SJØFARTSDIREKTORATET. Norwegian Maritime Directorate. Marine casualties 2000 –2010. Strategic Safety Department 2011 [última consulta 15/02/2017]. Disponible en <https://www.sjofartsdir.no/globalassets/global-2/ulykker-og-sikkerhet/ulykkesstatistikk/statistikk-ulykker/marine-casualties-2000---2010.pdf>
3. OMI. MSC-MEPC. 2/Circ. 12/Rev. 1. Directrices revisadas relativas a la Evaluación Formal de la Seguridad (FSA) en el proceso normativo de la OMI.
4. ALLIANZ GLOBAL CORPORATE & SPECIALTY, 2015 Safety and Shipping Review [última consulta 16/02/2017] Disponible en http://www.agcs.allianz.com/assets/PDFs/Reports/AGCS_Safety_Shipping_Review_2015.pdf
5. ALLIANZ GLOBAL CORPORATE & SPECIALTY, 2015 Safety and Shipping Review [última consulta 16/02/2017] Disponible en http://www.agcs.allianz.com/assets/PDFs/Reports/AGCS_Safety_Shipping_Review_2016.pdf
6. GOBIERNO DE ESPAÑA, MINISTERIO DE FOMENTO RD 1185/2006, de 16 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan las radiocomunicaciones marítimas a bordo de los buques civiles españoles. BOE. núm. 261, de 1 de noviembre de 2006, páginas 37906 a 37944 (39 págs.)
7. GOBIERNO DE ESPAÑA, MINISTERIO DE FOMENTO RD 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 (L). «BOE» núm. 131, de 1 de junio de 2007, páginas 23806 a 23891 (86 págs.)
8. GOBIERNO DE ESPAÑA, JEFATURA DEL ESTADO Ley 9/2007, de 22 de junio, sobre regularización y actualización de inscripciones de embarcaciones pesqueras en el Registro de Buques y Empresas Navieras y en el Censo de la Flota Pesquera Operativa. «BOE» núm. 150, de 23 de junio de 2007, páginas 27138 a 27140
9. NÚÑEZ, M. PEREZ-ROJAS L. YOSHIDA K, Safety Level for fishing vessels for potential application in the Goal Based Standards rule development using Formal Safety Assessment techniques. Journal of Marine Science and Technology, Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers XXXX
10. NÚÑEZ, M. Towards a new SOLAS Convention: a transformation of the ship safety regulatory framework Transactions RINA, Intl J Maritime Eng. Vol 158, Part A2, Apr-Jun 2016 (ISSN 1479-8751) (páginas A139-A146)
11. FAO, El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y nutrición para todos [consulta 16/02/2017]. Disponible en <http://www.fao.org/publications/sofia/2014/es/>
12. IMO. SLF 53/INF. 12 (España) [documento del doctorando]. Legal and technical options to facilitate and expedite the earliest possible entry into force of the 1993 Torremolinos Protocol. Analysis on Equivalence of length (L) to gross tonnage and the 1969 International Tonnage Convention in fishing vessels Comments on the report of the ISWG FVS (SLF 53/11)
13. PARLAMENTO Y CONSEJO EUROPEOS. Reglamento (UE) no 1380/2013 DEL de 11 de diciembre de 2013 sobre la Política Pesquera Común, por el que se modifican los Reglamentos (CE) nº 1954/2003 y (CE) no 1224/2009 del Consejo, y se derogan los Reglamentos (CE) nº 2371/2002 y (CE) no 639/2004 del Consejo y la Decisión 2004/585/CE del Consejo. DOUE 28/12/2013 L354/22 a /61.

14. CONSEJO EUROPEO. Reglamento (CE) N° 1005/2008 del Consejo, de 29 de septiembre de 2008 por el que se establece un sistema comunitario para prevenir, desalentar y eliminar la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada. DOUE 29/10/2008 L 286/1 a /32
15. CONSEJO EUROPEO. Reglamento (CE) N° 1224/2009 del Consejo, de 20 de noviembre de 2009, por el que se establece un régimen comunitario de control para garantizar el cumplimiento de las normas de la Política Pesquera Común. DOUE 29/5/2015 L133/1 a /20.
16. GOBIERNO DE ESPAÑA. JEFATURA DEL ESTADO. Ley 33/2014, de 26 de diciembre por la que se modifica la ley 3/2001 de 26 de marzo de Pesca Marítima del Estado «BOE» núm. 313, de 27 de diciembre de 2014.
17. GOBIERNO DE ESPAÑA. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente Real Decreto 952/2014, de 14 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1549/2009, de 9 de octubre, sobre ordenación del sector pesquero y adaptación al Fondo Europeo de la Pesca, modificado por R.D. 790/2015, de 4 de septiembre, R.D. 1586/2012, R.D. 1362/2011, de 7 de octubre, «BOE» núm. 277, de 15 de noviembre de 2014
18. CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA. REGLAMENTO (CE) No 2371/2002 DEL CONSEJO de 20 de diciembre de 2002 sobre la conservación y la explotación sostenible de los recursos pesqueros en virtud de la política pesquera común. DOUE. 31.12.2002. L 358/59 a /79.
- 19 EUROSTAT.agriculture,forestry and fishery statistics-2014 Edition [consulta 12/10/2015]. Disponible en <http://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-statistical-books/-/KS-FK-14-001>.
20. MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE Estadísticas pesqueras Abril 2015. [Consultado 12/10/2015]. Disponible en <http://www.mapama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-pesqueras/>
21. CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA. Reglamento (CEE) n° 2930/86 del Consejo, de 22 de septiembre de 1986, por el que se definen las características de los barcos de pesca. DOUE» núm. 274. DOUE-L-1986-81387
22. CONSEJO EUROPEO. Reglamento (CEE) n° 4026/86 del Consejo, de 18 de diciembre de 1986, que modifica el Reglamento (CEE) n° 3094/86 por el que se establecen determinadas medidas técnicas de conservación de los recursos pesqueros modificado por el Reglamento (CEE) n° 2359/94 del Consejo, de 22 de diciembre. DOUE núm. 376, de 31 de diciembre de 1986
23. COMISION EUROPEA. Decisión de la Comisión 95/84/CE, de 20 de marzo de 1995, relativa a la aplicación del Anexo del Reglamento (CEE) n° 2930/86 del Consejo por el que se definen las características de los barcos de pesca. Diario Oficial no L067 de 25 de marzo de 1995.
24. PETURSDOTTIR G., HANNIBALSSON O., TURNER, J SAFETY AT SEA AS AN INTEGRAL PART OF FISHERIES MANAGEMENT. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 2001 [Consultado el 12/10/2010]. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/003/x9656e/X9656E02.htm>
25. KRISTIANSEN S., Maritime transportation. Safety Management and Risk Analysis. Capítulo 2 y 12. Elsevier 2005.
26. OMI. SLF 50/5, SLF 51/5, DE 52/20 “Recomendaciones de seguridad para pesqueros con cubierta de menos de 12 m de eslora y pesqueros sin cubierta”. IMO doc. Textos consolidados. 2007-2008
27. OMI. “Directrices de Aplicación voluntaria para el proyecto, la construcción y el equipo de buques pesqueros pequeños, 2005”. IA761S 2006.

28. GOBIERNO DE ESPAÑA. Ministerio de Trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Informe anual sobre daños a la salud en el trabajo 2007. NIPO 792-11-093-6. [consulta 12/11/2009] disponible en <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnextoid=05e51e6078b3e310VgnVCM1000008130110aRCRD&vgnnextchannel=25d44a7f8a651110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>
29. GOBIERNO DE ESPAÑA Ministerio de Trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Informe anual sobre daños a la salud en el trabajo 2009. NIPO 792-11-090-X. [consulta 12/11/2009] disponible en <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnextoid=05e51e6078b3e310VgnVCM1000008130110aRCRD&vgnnextchannel=25d44a7f8a651110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>
30. GOBIERNO DE ESPAÑA Ministerio de Trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Informe anual sobre daños a la salud en el trabajo 2010. NIPO 272-12-013-9. [consulta 15/04/2010] disponible en <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnextoid=05e51e6078b3e310VgnVCM1000008130110aRCRD&vgnnextchannel=25d44a7f8a651110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>
31. GOBIERNO DE ESPAÑA Ministerio de Trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Accidentes de trabajo en España. AÑO 2011 NIPO- 272-12-050-X [consulta 03/05/2012] disponible en <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnextoid=05e51e6078b3e310VgnVCM1000008130110aRCRD&vgnnextchannel=25d44a7f8a651110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>
32. GOBIERNO DE ESPAÑA Ministerio de Trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Accidentes de trabajo en España. AÑO 2012 NIPO: 271-13-052-5 [consulta 14/06/2013] disponible en <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnextoid=05e51e6078b3e310VgnVCM1000008130110aRCRD&vgnnextchannel=25d44a7f8a651110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>
33. GOBIERNO DE ESPAÑA Ministerio de Trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Accidentes de trabajo en España. AÑO 2013 NIPO: 272-14-069-X [consulta 14/06/2013] disponible en <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnextoid=05e51e6078b3e310VgnVCM1000008130110aRCRD&vgnnextchannel=25d44a7f8a651110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>
34. KOESTER, T. Human error in the maritime work domain Proceedings (pp. 149-158): EAM 2001, 20th European Annual Conference on Human Decision Making and Manual Control, Technical University of Denmark, Kongens Lyngby, Denmark, June 25-27, 2001.
35. GOBIERNO DE ESPAÑA. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Secretaría General de Pesca Informe técnico del programa de recopilación, gestión y uso de datos del sector pesquero en España, Año 2013. 30 de Mayo de 2014. [consulta 14/06/2013]. Disponible en http://www.mapama.gob.es/es/pesca/temas/proteccion-recursos-pesqueros/informetecnico_2013_textos_30-mayo-2014_tcm7-402844.pdf

36. GOBIERNO DE ESPAÑA. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Estadísticas Pesqueras 2008 a 2016. [consulta 21/02/2016]. Disponible en <http://www.mapama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-pesqueras/>
37. ARCE R., MAHIA, R. Econometría e Informática Programa Citius.- Técnicas de Previsión de variables financieras Página 2, Dpto. Economía Aplicada U.D.I. Universidad Autónoma de Madrid
38. GOBIERNO DE ESPAÑA. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Orden AAA/1580/2014, de 28 de agosto, por la que se convocan para el ejercicio 2014 ayudas para el desguace de buques pesqueros destinados a la paralización definitiva de su actividad pesquera, así como para las medidas socioeconómicas de acompañamiento, de las flotas afectadas por el plan de ajuste del esfuerzo pesquero de la merluza norte. BOE núm. 15, de 4 de septiembre de 2015.
39. GOBIERNO DE ESPAÑA. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Resolución 17 de marzo de 2015 de la Secretaría General de Pesca por la que se publica la actualización del censo de las flotas de pesca de altura, gran altura y buques palangreros mayores y menores de 100 toneladas de registro bruto, que operan dentro de la comisión de pesca del Atlántico Nordeste. BOE núm. 74, de 27 de marzo de 2015.
40. GOBIERNO DE ESPAÑA. Ministerio de Fomento, Circular 24/90. Criterios para confeccionar los certificados de valoración. Aplicable a valoraciones de pesqueros. A partir del valor de abanderamiento, se utilizará una curva, que se adjunta, que indica el efecto combinado de la depreciación y la actualización del valor del dinero, 1990. Base de datos de la Dirección General de Marina mercante [consulta 14/03/2015]
41. Health & Safety Executive. HSE “Reducing Risks, Protecting People. HSE’s Decision-Making Process” (2001). ISBN 0 7176 2151 0
42. IMO MSC 72/16 Evaluación Formal de la Seguridad Parámetros de decisión, incluidos los criterios para la aceptación de los riesgos Nota presentada por Noruega (KRISTIANSEN S), 2000.
43. NUNEZ, M .Dirección General de la Marina Mercante. Riesgos y medidas a adoptar en cada una de las alternativas de actuación en relación con el buque “Don Pedro” 2008.
44. DNV. Ministerio de Fomento Pollution Risk Assessment for m/v Don Pedro project no. 582568 (2008)
45. COMMISSION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL DU QUÉBEC” Santé et sécurité à bord des bateaux de pêche Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2008 ISBN 978-2-550-50619-5
46. JENSEN, O.C., 1996a. Mortality in Danish fishermen. Bull Inst Marit Trop Med Gdynia 47, 5-10.
47. HUDSON, D., CONWAY, G., 2003. The role of hypothermia and drowning in commercial fishing deaths in Alaska,1990-2002. Int J. Circumpolar Health 63 Suppl 2, 357-360.
48. FAO-IMO-ILO Directrices de Implantación de la Parte B del Código, las Directrices de aplicación voluntaria y las Recomendaciones de seguridad ISBN 978-92-5-308213-1 2014
49. MCA The Fishing Vessels Code of Safe Working Practice for the Construction and Use of 15 metre length overall (LOA) to less than 24 metre registered length (L) Fishing Vessels MSN 1770 (F) . [consulta 21/02/2016]. Disponible en https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/281971/msn1770_a.pdf
50. DENMARK, FINLAND, ICELAND, NORWAY, SWEDEN. Nordic Boat Standard Commercial Boats less than 15 metres 1990. [consulta el 24/02/2010] Disponible en

<http://www.cefor.no/Documents/Clauses/Small%20craft/Nordic%20Boat%20Standard%201990-NBS1990-no.pdf>

51. SEAFISH. Guidance Document The minimum Outfit requirements for a Under 15m steel, aluminium, wood and GRP fishing vessels Certification Procedures [consulta 21/02/2016] Disponible en <http://www.seafish.org/media/Publications/U15mOutfitRequirementsGuidancedocument.pdf>

52. COMISION EUROPEA. Reglamento (CEE) 1381/87 de la Comisión de 20 de mayo de 1987 por el que se establecen normas concretas sobre señalización y documentación de los barcos de pesca DOUE. 21.5.1987. L 132/9 a /10.

53. CONSEJO EUROPEO Directiva 93/103/CE del Consejo, de 23 de noviembre de 1993, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo a bordo de los buques de pesca. DOUE. 13.12.1993. L 307/1 a /17.

54 CONSEJO EUROPEO. Directiva 2002/59/CE relativa al establecimiento de un sistema comunitario de seguimiento y de información sobre el tráfico marítimo modificada por la Directiva 2009/17/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009 DOUE 28.05.2009 L 131/101 a /113.

55. GOBIERNO DE ESPAÑA 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. BOE DE 1 de julio de 1999.

56. GOBIERNO DE ESPAÑA Ministerio de Fomento Real Decreto 1422/2002, de 27 de diciembre, por el que se modifica el 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 «BOE» núm. 311, de 28 de diciembre de 2002.

57. GOBIERNO DE ESPAÑA Ministerio de Presidencia Real Decreto 1081/2012, de 13 de julio, por el que se establece el procedimiento de regularización de buques pesqueros y su actualización en el censo de la flota pesquera operativa y en el registro de buques y empresas navieras. «BOE» núm. 168, de 14 de julio de 2012,

58. GOBIERNO DE ESPAÑA Ministerio de Presidencia Real Decreto 963/2013, de 5 de diciembre, por el que se fijan las tripulaciones mínimas de seguridad de los buques de pesca y auxiliares de pesca y se regula el procedimiento para su asignación. BOE número 313 del 31 de diciembre de 2013.

59. FAO. International Plan of Action to Prevent, Deter, and Eliminate Illegal, Unreported and Unregulated Fishing, 2001

60. FAO. Agreement on Port State Measures to Prevent, Deter and Eliminate Illegal, Unreported and Unregulated Fishing. Revised Edition Agreement on Port State Measures to Prevent, Deter and Eliminate Illegal, Unreported and Unregulated Fishing. Revised Edition, 2016, ISBN 978-92-5-009140-2

61. PARLAMENTO EUROPEO Y CONSEJO. Reglamento (UE) N1380/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2013 sobre la Política Pesquera Común, por el que se modifican los Reglamentos (CE) no 1954/2003 y (CE) n o 1224/2009 del Consejo, y se derogan los Reglamentos (CE) nO 2371/2002 y (CE) no 639/2004 del Consejo y la Decisión 2004/585/CE del Consejo. DOUE 28.12.2013 L 354/22 a /61.

62. CONSEJO DE EUROPA. Reglamento (CE) No 1005/2008 del Consejo de 29 de septiembre de 2008 por el que se establece un sistema comunitario para prevenir, desalentar y eliminar la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada, se modifican los Reglamentos (CEE) no 2847/93, (CE) no 1936/2001 y (CE) no 601/2004, y se derogan los Reglamentos (CE) no 1093/94 y (CE) no 1447/1999 DOUE 29.10.2008 L 286/1 a /32

63. CONSEJO DE EUROPA. Reglamento (CE) No 1224/2009 DEL CONSEJO de 20 de noviembre de 2009 por el que se establece un régimen comunitario de control para garantizar el cumplimiento de las normas de la política pesquera común, se modifican los Reglamentos (CE) no 847/96, (CE) no 2371/2002, (CE) no 811/2004, (CE) no 768/2005, (CE) no 2115/2005, (CE) no 2166/2005, (CE) no 388/2006, (CE) no 509/2007, (CE) no 676/2007, (CE) no 1098/2007, (CE) no 1300/2008 y (CE) no 1342/2008 y se derogan los Reglamentos (CEE) no 2847/93, (CE) no 1627/94 y (CE) no 1966/2006 DOUE 22.12.2009 L 343/1 a /50.
64. GEFAEL, G. Algunas consideraciones sobre la estabilidad y seguridad de los buques pesqueros menores de 24 m de eslora. Artículos publicados en las revistas "Ingeniería Naval", "Europa Azul" y "Sector Pesquero (2005) [consulta 14/06/2013].
http://www.nuestromar.org/noticias/destacados092006_algunas_consideraciones_sobre_la_estabilidad_y_seguridad_de_los_
65. OMI. MSC.1/Circ 1002, Guidelines on alternative design and arrangements for fire safety (2001)
66. NÚÑEZ, M. La construcción de buques basada en objetivos y el enfoque del nivel de seguridad en el entorno normativo. Una nueva oportunidad para la industria marítima española. Ingeniería Naval no 943 (en 2016) ISSN: 0020-1073, p 77-83
67. OMI. MSC.1/Circ. 1212, Guidelines on alternative design and arrangements for SOLAS Chapters II-1 and III (2006)
68. BREINHOLT, C., EHRKE, KC., PAPANIKOLAOU A, SAMES, P., SKJONG, R, STANG T, VASSALOS, WITHOLLA T.. SAFEDOR–The Implementation of Risk-based Ship Design and Approval Procedia - Social and Behavioral Sciences Volume 48, 2012, Pages 753-764 Transport Research Arena (2012)
69. SKJONG R. QRA for Skangass LNG plant, DNV report no. 2009-0068, rev 1, 08.05.2009
70. PAPANIKOLAOU A (ED)., Risk-Based Ship Design Methods, Tools and Applications Apostolos Papanikolaou (Ed.) Springer. ISBN: 978-3-540-89041-6
71. IMO. MSC 85/INF.3 Formal Safety Assessment FSA – RoPax ships Details of the Formal Safety Assessment
72. IMO. MSC 95/WP.9 Normas de construcción de buques nuevos basadas en objetivos Informe del Grupo de trabajo sobre las normas basadas en objetivos 2015.
73. The Nordic Association of Marine Insurers (Cefor) 2015 Annual report. [consulta 15/01/2017]. Disponible en www.cefor.no/statistics/News/More-total-losses.
74. GOBIERNO DE ESPAÑA Ministerio de Empleo y Seguridad Social. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Propuestas reglamento FEMP INSTH Moreno F., Gómez-Cano Consulta el 20/10/2014. Disponible en www.mapama.gob.es/Fes/Fpesca/Ftemas/Ftitulaciones-pesqueras/Finsht_propuestasfemp_accidentes_seguridad_tcm7-381986.pptx&usg=AFQjCNGzsYuNazfGrO1MLgb-JQGMfLbyrg&bvm=bv.147448319,d.d24
75. GOBIERNO DE ESPAÑA. Ministerio de Fomento. CIAIM. Informe Annual 2009. [Consulta 10/10/2010]. Disponible en <http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/C41861D5-1271-4587-943A-7AC775FD6AA3/95984/InformeCIAIM2009.pdf>

76. GOBIERNO DE ESPAÑA. Ministerio de Fomento. CIAIM. Informe Annual 2010. [Consulta 10/09/2012]. Disponible en <http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/0377E321-EE37-435D-99B8-E692A9BC5F2F/103091/Memoria2010.pdf>
77. GOBIERNO DE ESPAÑA. Ministerio de Fomento. CIAIM. Informe Annual 2011. [Consulta 10/09/2012]. Disponible en <http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/A8ED0693-E1AC-4EE4-9A3C-F4E407479F88/114451/informeannual2011CIAIM.pdf>
78. GOBIERNO DE ESPAÑA. Ministerio de Fomento. CIAIM. Informe Annual 2012. [Consulta 10/08/2013]. Disponible en http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/C3B74830-55D9-4740-8DB4-2EDA0EF6DC02/121679/CIAIM_informe_anual_2012.pdf
79. GOBIERNO DE ESPAÑA. Ministerio de Fomento. CIAIM. Informe Annual 2013. [Consulta 10/07/2013]. Disponible en http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/0557B983-8A4D-4968-949E-D67C040CAABE/132219/CIAIM_informe_anual2013.pdf
80. GOBIERNO DE ESPAÑA. Ministerio de Fomento. Real Decreto 800/2011, de 10 de junio, por el que se regula la investigación de los accidentes e incidentes marítimos y la Comisión permanente de investigación de accidentes e incidentes marítimos. BOE núm. 139, de 11 de junio de 2011.
81. GOBIERNO DE ESPAÑA. Ministerio de Fomento. CIAIM. Informe Annual 2014. [Consulta 21/01/2017]. Disponible en http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/D6AAAA43-28C8-42A2-B06D-8D63A7698045/132231/CIAIM_informe_anual_2014_WEB.pdf
82. GOBIERNO DE ESPAÑA. Ministerio de Fomento. CIAIM. Informe Annual 2014. [Consulta 21/01/2017]. Disponible http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/6207C09F-8EB6-43A6-A4DB-BF5103E1CBDA/139943/CIAIM_informe_anual_2015_WEB.pdf
83. IMO. MSC 255 (84) Código de normas internacionales y prácticas recomendadas para la investigación de los aspectos de seguridad y siniestros y sucesos marítimos (2008).
84. GARCIA PEREZ, A. Métodos avanzados de estadística aplicada: métodos robustos y de remuestreo ISBN 9788436251456 UNED, 2005
85. SKJONG, R. EKNES, M. *Det Norske Veritas, Strategic Research, NO-1322 Høvik, Norway*. [Consulta 13/10/2010]. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Rolf_Skjong/publication/229046811_Economic_activity_and_societal_risk_acceptance/links/0deec527112759e5f8000000.pdf
86. HKPD “Hong Kong Planning Standards and Guidelines, Chapter 12: Miscellaneous Planning Standards and Guidelines”, Planning Department, The Government of Hong Kong Special Administrative Region. [Consulta 13/10/2010]. Disponible en http://www.pland.gov.hk/pland_en/tech_doc/hkpsg/full/ch12/ch12_text.htm
87. STATOIL “Risk Acceptance Criteria in the Statoil Group”. Doc. no. K/KR-44, Rev. no. 0, 01.05.95, Statoil, Norway, 1995.
88. SKJONG, R., RONOLD K. (1998) ‘Societal Indicators and Risk Acceptance’, Offshore Mechanics and Arctic Engineering Conference, OMAE 1998
89. RODRÍGUEZ-ARAGÓN L, Métodos Cuantitativos Organización Industrial. Área de Estadística e Investigación Operativa 2011. [Consulta 10/05/2015]. Disponible en https://www.uclm.es/profesorado/licesio/Docencia/mcoi/Tema4_guion.pdf.

90. IMO. MSC 71/INF.7. Hazard Identification on the Watertight Integrity of the Fore end of Bulk Carriers IACS (1999).
91. IMO. MSC 72/INF.8. Bulk Carrier Safety An interim report on the part of the HAZID of FSA study on bulkcarrier safety IACS (2000)
92. IMO. MSC 87/INF.4 - General Cargo Ship Safety FSA study – Step 2 (Risk analysis) IACS (2010)
93. IMO. MSC 78/19/1. Experience with Formal Safety Assessment at IMO. IACS (2004)
94. EUROPEAN MARITIME SAFETY AGENCY. DNV-GL (EMSA/OP/10/2013) Risk Acceptance Criteria and Risk Based Damage Stability. Final Report, part 1: Risk Acceptance Criteria Report No.: 2015-0165, Rev. 1 Document No.: 18KJ9LI-47 (2015)
95. DEPARTMENT OF TRANSPORT US “Treatment of the Economic Value of a Statistical Life in Departmental Analyses 2011 Interim Adjustment”, Department of Transportation, Washington. (2011).
96. DEPARTMENT OF TRANSPORT US “Guidance on Treatment of the Economic Value of a Statistical Life in US Department of Transportation Analyses”, Department of Transportation, Washington (2013).
97. RODRÍGUEZ-BARRIOS, J.M. et al (2012), “The use of cost per life year gained as a measurement of cost-effectiveness in Spain: a systematic review of recent publications”, The European Journal of Health Economics, vol 13 no 6, pp 723-740, December 2012.
98. HEATCO, “Proposal for harmonised guidelines”, HEATCO deliverable 5, EU project developing harmonised European approaches for transport costing and project assessment, 2006.
98. LIND, N.C. “Life quality measures of smoking, Social Indicators Research”, 36, 1-12. (1996).
99. Cambio de divisa [Consulta 10/06/2014]. Disponible en <http://fxtop.com/en/historical-exchange-rates.php?A=1&C1=EUR&C2=USD&YA=1&DD1=01&MM1=01&YYYY1=2000&B=1&P=&I=1&DD2=01&MM2=01&YYYY2=2013&btnOK=Go%21>
100. THOMAS, P. J., JONES, R. D. AND BOYLE, W. J. O. (2010). "The limits to risk aversion: Part 1. The point of indiscriminate decision", Process Safety and Environmental Protection, Vol. 88, No. 6, November, pages 381 - 395.
101. SKJONG, R., RONOLD K (1998) ‘Societal Indicators and Risk Acceptance’, Offshore Mechanics and Arctic Engineering Conference, OMAE 1998
102. SKJONG, R., RONOLD K (2002) ‘So much for Safety.’ OMAE-2002-28451, Oslo, June 2002. Ditlevsen, Ove. (2004). Life Quality Index Revisited. Structural Safety. Vol 26, Issue 4. pp 443-451.
103. IMO. MSC 95/WP.9. Goal-Based New Ship Construction Standards. Report of the GBS Working Group (2015).
104. GOBIERNO DE ESPAÑA. Ministerio de Fomento. Dirección General de la Marina Mercante Instrucción de servicio n° 6/2008, que sustituye a la 2/2008, sobre directrices para la regularización y actualización de inscripción de embarcaciones pesqueras en el registro de buques y en el censo de la flota pesquera operativa en virtud de lo establecido en la Ley 9/2007 (2008).
105. GOBIERNO DE ESPAÑA. Ministerio de Fomento. Dirección General de la Marina Mercante. Escrito reunión con la Secretaria General del Mar en relación con la aplicación de la instrucción de servicio 6/2008

sobre directrices para la regularización y actualización de inscripción de embarcaciones pesqueras en el registro de buques y en el censo de la flota pesquera operativa en virtud de lo establecido en la Ley 9/2007 (2009)

106. ISO. UNE-EN ISO 12217- 1:2002, “Parte 1: Embarcaciones no propulsadas a vela de eslora igual o superior a 6m.”, para esloras totales entre 6 m y 12 m (2002),

107 ISO UNE-EN ISO 12217- 3:2002, “Parte 3: Embarcaciones de eslora inferior a 6 m.”, para esloras totales inferiores a 6m (2002).

108. GOBIERNO DE ESPAÑA. Ministerio de Defensa. Subsecretaría de la Marina Mercante. Dirección General de Buques. Estabilidad transversal en los buques o embarcaciones de menos de 35 tons de registro bruto, Abril de 1964.(Estudio realizado para dar cumplimiento a la Orden de la Presidencia del Gobierno, de fecha 3 de septiembre de 1962) -Boletín Oficial del Estado nº 215.Madrid, 7 abril de 1964

109. USCG. Risk-Based Decision-Making Guidelines [última consulta 10/10/2010] . Disponible en <http://www.uscg.mil/hq/cg5/cg5211/docs/RBDM/V1.pdf>.

110. IMO. III 3/14. Report to the Maritime Safety Committee and the Marine Environment Protection Committee (2016).

111. IMO Resolución A.1075(28). Directrices para ayudar a los investigadores en la implantación del Código de investigación de siniestros (resolución MSC.255(84))

112. FR 42622 “Use of Probabilistic Risk Assessment Methods in Nuclear Activities: Final Policy Statement”. Promover el uso de aplicaciones de APS (Complementar los análisis deterministas)

113 FR 30028 “ Safety Goals for the Operations of Nuclear Power Plants; Policy Statement” Revisión (0) de la RG-1.174 “*An Approach for using Probabilistic Risk Assessment in Risk-Informed decision on Plant-Specific Changes to the Licensing Basis*” 1998.

114. ASME/ANS RA-Sa-2009, “*Standard for Level 1/Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications,*” Addendum A to RA-S-2008, February 2009.

115 GOBIERNO DE ESPAÑA. CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR. SISC. Manual de procedimientos de gestión. Proceso: Supervisión y Control de II. NN. y Ciclo. [últim consulta 25/12/2016]. Disponible en <https://www.csn.es/sisc/idb/pdfs/pg0407.pdf>

116. MATA ÁLVAREZ-SANTULLANO,F. Fishing effort control regulations influence on stability, safety and operability of small fishing vessels: study of a series of stability related accidents occurred in Spain between 2004 and 2007. [Última consulta 05/12/2016]. Disponible en <http://oa.upm.es/33536/>

117. MARTINEZ VAZQUEZ, JJ., Ingeniería inversa en el proceso de obtención de la carena de un barco. Revista Marina Civil Número 89. Páginas 65-72 (ISSN 0214-7238),(2009).

118. IMO. MSC 75/INF 19. FSA Training. IACS 2002

119. IMO MSC 76/INF.21. Bulk Carrier Safety – Side Shell Integrity Evaluation of Risk Control Options. IACS (2002)

120. IMO. MSC 76/INF.5. Bulk Carrier Safety International Collaborative FSA Study - Task Inventory and Performance Influencing Factors (United Kingdom) 2002

121. IMO. MSC 83/INF.3 Formal Safety Assessment FSA - Liquefied Natural Gas (LNG) Carriers Details of the Formal Safety Assessment (Denmark) 2007

122. IMO. MEPC 58/INF.2. Formal Safety Assessment FSA – Crude Oil Tankers (Denmark) 2008
123. IMO, MSC 83/INF.8_ Formal Safety Assessment FSA – Container vessels Details of the Formal Safety Assessment (Denmark). 2008.
124. IMO. MSC 85/INF.2 Formal Safety Assessment FSA – Cruise ships Details of the Formal Safety Assessment. (Denmark) 2008
125. IMO. MSC 85/INF.3_ Formal Safety Assessment FSA – Cruise ships Details of the Formal Safety Assessment. (Denmark) 2008
126. IMO MSC 88/INF.6. General Cargo Ship Safety FSA. Steps 3 and 4 (Risk control options and Cost benefit assessment). IACS 2010
127. IMO SLF 55/INF.6. Review of the damage stability regulations for ro-ro passenger ships. Damage stability parameters of ro-ro passenger ships according to SOLAS 2009 amendments, including water-on-deck calculations. (European Commission). 2013
128. IMO. SLF 55/INF.7_ Revision of the damage stability regulations for ro-ro passenger ships The goal based Damage Stability project (GOALDS). Derivation of updated probability distributions of collision and grounding damage characteristics for passenger ships (United Kingdom and Denmark) 2013
129. IMO. SLF 55/INF.8. Revision of the damage stability regulations for ro-ro passenger ships. The goal based Damage Stability project (GOALDS). Derivation of updated probability of survival for passenger ships (United Kingdom and Denmark). 2013.
130. SLF 55/INF.9. Revision of the damage stability regulations for ro-ro passenger ships The goal based Damage Stability project (GOALDS). Development of a new risk-based damage stability requirement for passenger ships based on Cost-Benefit Assessment (United Kingdom and Denmark) 2013
131. IMO. MSC 93/6/2. Report of the intersessional meeting of the Experts Group on Formal Safety Assessment (FSA) – Review the EMSA and GOALDS studies (2014).
132. IMO. MSC 81/18/1_ Formal Safety Assessment. Consideration on utilization of Bayesian network at step 3 of FSA Evaluation of the effect of ECDIS, ENC and Track control by using Bayesian network. (Japan) 2006.
133. GOBIERNO DE ESPAÑA. MINISTERIO DE FOMENTO. CIAIM. Recomendaciones sobre seguridad basadas en los resultados generales de las investigaciones de seguridad marítima realizadas por la Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM) Ref. 05/2016 – Riesgos de la navegación en aguas someras y zonas de rompiente [Última consulta 06/03/2016]. Disponible en http://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/20DBB904-0E7B-409D-94BE-0130377AD35D/138878/052016_AGUASSOMERAS_WEB.pdf
134. GOBIERNO DE ESPAÑA. MINISTERIO DE FOMENTO. CIAIM Recomendaciones sobre seguridad basadas en los resultados generales de las investigaciones de seguridad marítima realizadas por la Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM) Ref. 01/2014 – Incumplimientos del Reglamento Internacional para Prevenir los Abordajes en la Mar, 1972 (RIPA) [Última consulta 06/03/2016]. http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/5BECB0BA-1D1A-4BBB-85C0-9E16B672A9FB/125408/012014_RIPA_accesible.pdf
135. GOBIERNO DE ESPAÑA. MINISTERIO DE FOMENTO. Estudio de los accidentes de buques pesqueros. Grupo de Trabajo 15/09/2014. [Última consulta 12/10/2016]. Disponible en

http://www.mapama.gob.es/es/pesca/temas/titulaciones-pesqueras/dgmstudioaccidentesbpgrupotrabajo150914_tcm7-381980.pdf

136. GOBIERNO DE ESPAÑA. MINISTERIO DE INDUSTRIA Y COMERCIO. SUBSECRETARIA DE LA MARINA MERCANTE. Orden de 17 de noviembre de 1947, por la que se establece que los cálculos para obtener las alturas mínimas de máxima carga en todos los buques de más de veinticinco toneladas de arqueo total, se efectúen con arreglo al Reglamento aprobado por Ley de 30 de junio de 1932 para la aplicación del Convenio Internacional para las Líneas de Carga. Boletín Oficial del Estado de 24 de noviembre de 1947.

137. GOBIERNO DE ESPAÑA. MINISTERIO DE PRESIDENCIA. REAL DECRETO 1216/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo a bordo de los buques de pesca. BOE nº 188 07/08/1997

138. IMO. A.741(18). International Management Code for the Safe Operation of Ships and for Pollution Prevention (November 1993).

139. IMO. MSC.104(73). Amendments to the International Management Code for the Safe Operation of Ships and for Pollution Prevention (December 2000).

140 IMO MSC.179(79), Amendments to the International Management Code for the Safe Operation of Ships and for Pollution Prevention (May 2005).

141. IMO MSC.195(80). Amendments to the International Management Code for the Safe Operation of Ships and for Pollution Prevention. (December 2008)

142. IMO. MSC.273(85). Amendments to the International Management Code for the Safe Operation of Ships and for Pollution Prevention. (1 January 2010)

143. IMO. MSC.353 (92). Amendments to the International Management Code for the Safe Operation of Ships and for Pollution Prevention (June 2013).

144. GOBIERNO DE ESPAÑA. MINISTERIO DE FOMENTO. Real Decreto 1593/2010, de 26 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 210/2004, de 6 de febrero, por el que se establece un sistema de seguimiento y de información sobre el tráfico marítimo. BOE» núm. 289, de 30 de noviembre de 2010.

145. COMISION EUROPEA. Política Pesquera Común. El régimen de control de la pesca en la UE. Tecnologías de control. VMS [Última consulta 12/03/2015]. Disponible en https://ec.europa.eu/fisheries/cfp/control/technologies/vms_es

146. GOBIERNO DE ESPAÑA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO. Orden APA/3660/2003, de 22 de diciembre, por la que se regula en España el sistema de localización de buques pesqueros vía satélite y por la que se establecen las bases reguladoras de las ayudas para la adquisición e instalación de los sistemas de localización en los buques pesqueros. BOE núm. 313 de 31 de Diciembre de 2003

147. GOBIERNO DE ESPAÑA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO. ORDEN ARM/3238/2008, de 5 de noviembre, por la que se modifica la Orden APA/3660/2003, de 22 de diciembre, por la que se regula en España el sistema de localización de buques pesqueros vía satélite y por la que se establecen las bases reguladoras de las ayudas para la adquisición e instalación de los sistemas de localización de buques pesqueros. BOE núm. 274 Jueves 13 noviembre 2008

148. IMO. MSC 76/INF.7. Bulk carrier safety. International Collaborative FSA Study - FSA Step 4 (Cost Benefit Assessment) UK (2002)

149. GOBIERNO DE ESPAÑA. MINISTERIO DE FOMENTO. Dirección General de la Marina Mercante. Curso Conceptos básicos sobre seguridad en buques pesqueros. Disponible en DVD.
150. NÚÑEZ, M y DEL MORAL, FCO.J., 2009 Desarrollo Normativo y Aplicación a las Reglas Estructurales Comunes de IACS Normas para la construcción de buques basadas en objetivos. Revista Marina Civil Número 92 (ISSN 0214-7238), (páginas 71-79).
151. IMO. MSC.1/Circ. 1394/Rev.1 Directrices genéricas para elaborar normas de la OMI basadas en objetivos.(22 Junio 2015).
152. IMO. MSC.385(94). Resolution MSC.385(94) International Code for ships operating in polar waters (Polar Code) (21 November 2014)
153. IMO. MSC.391(95). Adoption of the International Code of safety for ships using gases or other low-flashpoint fuels (IGF Code) (11 June 2015)
154. IMO. MSC 95/WP.9. IMO Goal-Based new ship construction standards report of the GBS working group, (2015)
155. IMO MSC 98/6/5 (Alemania) Normas de construcción de buques nuevos basadas en objetivos. Continuación de la elaboración de directrices provisionales de la elaboración y aplicación del enfoque del nivel de seguridad de las normas basadas en objetivos (2017)
156. IMO SOLAS Convention (Consolidated Edition 2014). Publication Number IF100E
157. IMO LSA VIII/2/5 Revision of the Safety Convention. Report of ad-hoc drafting group- draft of sections A,B,C and D. (United States) (14 November 1974)
158. IMO SSE 4/WP.3 objetivos de seguridad y prescripciones funcionales de Las directrices sobre los proyectos y disposiciones alternativos contemplados en los capítulos II-1 y III del convenio SOLAS (25 de Marzo de 2017).
159. NATO Standardization Office (NSO) © NATO/OTAN NATO Standard, ANEP-77, Naval Ship Code Edition F Version 1, August 2014
160. IMO. MSC.1/Circ. 1002. Guidelines on alternative design and arrangements for fire safety (26 Junio 2001)
161. IMO. MSC.1/Circ 1212 Guidelines on alternative design and arrangements for SOLAS Chapters II-1 y III (Junio 2006)
162. IMO. MSC.1/Circ. 1455 MSC.1/Circ.1455 Guidelines for the approval of alternatives and equivalents as provided for in various IMO instruments (14 Junio 2013)
163. NÚÑEZ M., 2008. Análisis de la Seguridad de las Embarcaciones de Pesca y sus tripulaciones. 1er Congreso Nacional de Salvamento Marítimo. Cádiz 4-7 Junio de 2008. Revista Marina Civil Número 88 (ISSN 0214-7238).
164. NÚÑEZ, M. 2009. Gestión de la norma de estabilidad de embarcaciones de pesca menores de 24 metros tomando como referencia reconocimientos, siniestros marítimos y estándares internacionales vigentes”. Seminario sobre la estabilidad de los pesqueros y sus tripulaciones. COIN-WFE 2009, Vigo 16 de Septiembre de 2009.

165. NUÑEZ, M, PÉREZ ROJAS L Regulatory approaches leading to holistic implementation in a fishing vessel fleet less than 24 m in length. Transactions RINA, Intl J Maritime Eng Vol xxx, Part A2, xxx 201x (ISSN 1479-8751) (páginas Axxx-Axxx)

PUBLICACIONES ASOCIADAS A ESTA TESIS.

NÚÑEZ, M. Towards a new SOLAS Convention: a transformation of the ship safety regulatory framework Transactions RINA, Intl J Maritime Eng Vol 158, Part A2, Apr-Jun 2016 (ISSN 1479-8751) (páginas A139-A146)

NÚÑEZ, M. La construcción de buques basada en objetivos y el enfoque del nivel de seguridad en el entorno normativo. Una nueva oportunidad para la industria marítima española. Ingeniería Naval no 943 (en 2016) ISSN : 0020-1073, p 77-83

NÚÑEZ, M. PEREZ-ROJAS L. YOSHIDA K, Safety Level for fishing vessels for potential application in the Goal Based Standards rule development using Formal Safety Assessment techniques. Journal of Marine Science and Technology, Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers XXXX. (Pendiente de revision)

NUÑEZ, M, PÉREZ ROJAS L Regulatory approaches leading to holistic implementation in a fishing vessel fleet less than 24 m in length. Transactions RINA, Intl J Maritime Eng Vol xxx, Part A2, xxx 201x (ISSN 1479-8751) (páginas Axxx-Axxx). (Aceptada y Revisada, pendiente de publicación)

NÚÑEZ, M y DEL MORAL, FCO.J., 2009 Desarrollo Normativo y Aplicación a las Reglas Estructurales Comunes de IACS Normas para la construcción de buques basadas en objetivos. Revista Marina Civil Número 92 (ISSN 0214-7238), (páginas 71-79).

NUÑEZ M., 2008. Análisis de la Seguridad de las Embarcaciones de Pesca y sus tripulaciones. 1^{er} Congreso Nacional de Salvamento Marítimo. Cádiz 4-7 Junio de 2008. Revista Marina Civil Número 88 (ISSN 0214-7238).