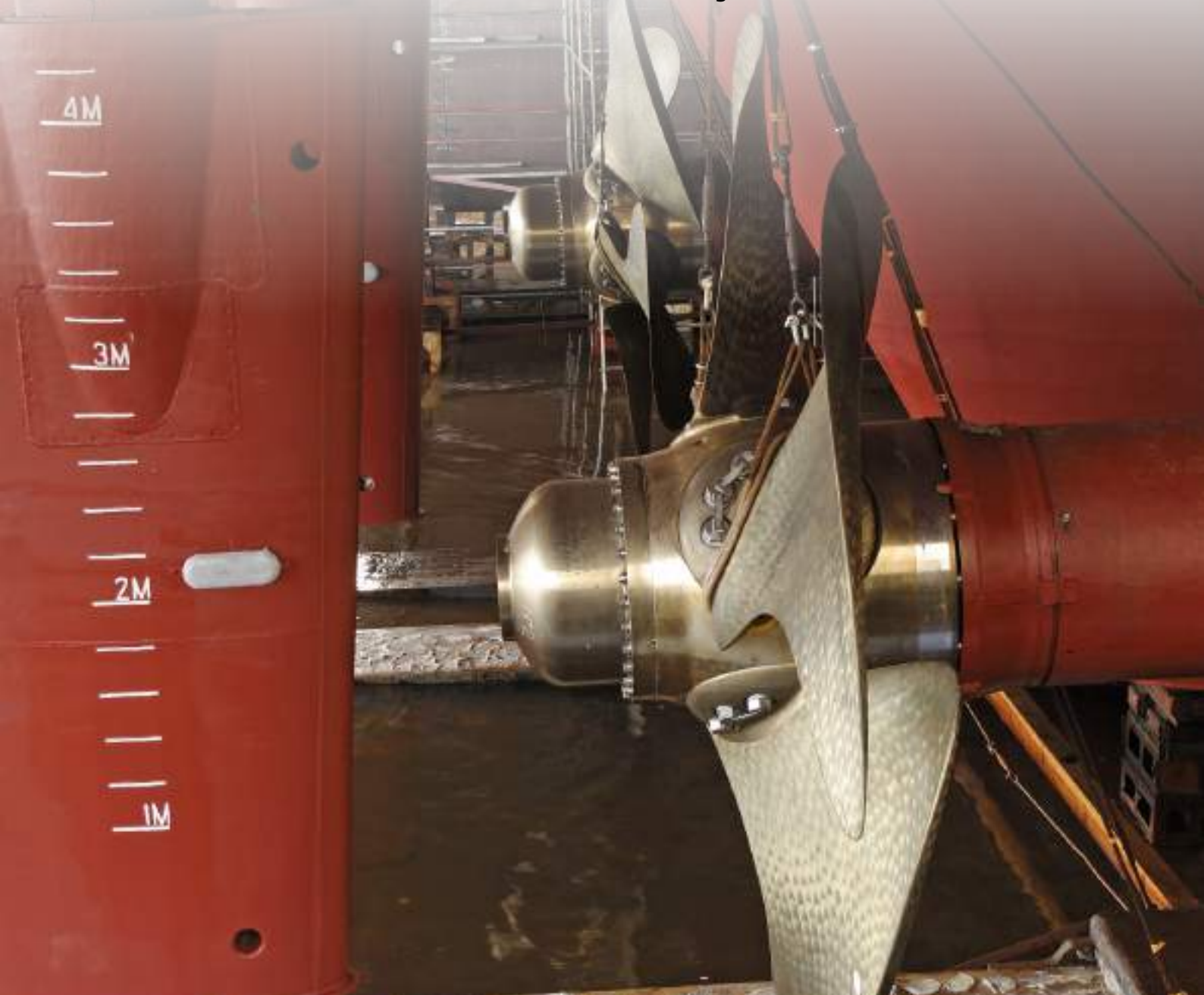


GMT

Galician Maritime Technologies

by ACLUNAGA

Nº 3 -2019



Pinturas anti incrustantes sin biocidas ni sustancias nocivas

La contaminación marina por hidrocarburos: percepción y realidad

NEXUS entra en escena

El MS Fullagar, el primer barco de casco soldado de la historia

El futuro de los refrigerantes en el sector naval

Entrevistamos a José Carlos Bastos Alonso de Talleres Carper



neodyn

- Consultoría Técnica
- Ingeniería
- Gestión de Proyectos

intaf promecan

- Fabricación y Montaje de Equipos Industriales
- Calderería y Mecanizado
- Reparación Industrial

evolventia

- Fabricación de Engranajes

tecman

- Mantenimiento de Equipos e Instalaciones
- Reparación y Montaje Industrial
- Suministros Industriales

sincro mecánica

- Gestión Integral de Trenes de Potencia de Aerogeneradores

teampoint ferrol

- Reparaciones y Mantenimiento de Buques, Instalaciones Portuarias y Astilleros
- Mantenimiento de Equipos de Elevación de Cargas

SERVICIO INTEGRAL ENFOCADO AL CLIENTE

Desde 1941



grupo intaf

*más de 75 años de
compromiso y evolución*

Carretera de Cedeira, km 1,5 - 15.570 - Narón - A Coruña

Tel: +34 981 397 142

www.grupointaf.es - grupointaf@grupointaf.es

Número 3 -2019

4	Pinturas anti incrustantes sin biocidas ni sustancias nocivas
8	La contaminación marina por hidrocarburos: percepción y realidad
16	NEXUS entra en escena
20	El MS Fullagar, el primer barco de casco soldado de la historia
22	El futuro de los refrigerantes en el sector naval
24	Entrevistamos a José Carlos Bastos Alonso de Talleres Carper

De cara al futuro, será clave para el Sector Naval Gallego mantener el alto valor añadido como seña propia de identidad.

Los principales retos deben de centrarse en la continuación al impulso de la innovación y la digitalización de la industria, la apuesta por el compromiso medioambiental y sensibilización de las plantillas a las novedades tecnológicas que se plantean de cara al futuro ya más inmediato.

Nuestra industria cuenta con el *know-how*, las instalaciones y las herramientas que son necesarias para construir, reparar o transformar los principales tipos de buques demandados por el mercado internacional, al que exportamos el 90% de la contratación. Se trata de proyectos a medida, con una particular especialización en unidades de alto valor añadido, sofisticación y tecnología.

Para seguir siendo competitivos será por tanto necesario enfrentarse a una serie de retos, que marcarán el grado de competitividad de nuestro sector en el mercado internacional. La sostenibilidad como eje fundamental en la construcción de buques,

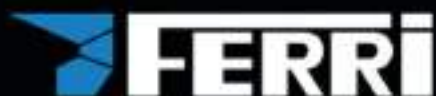
motores y otros componentes. Además, la transformación digital de las empresas, la implementación de la Industria 4.0., la sensibilización, formación, capacitación y cualificación de los profesionales del sector ante esta nueva realidad.

La inversión de la industria naval en tecnología es esencial para mejorar siendo más eficientes y sostenibles a nivel medioambiental y en cuanto a la adaptación del portfolio a las condiciones de un mercado global, cíclico y cambiante.

Estar informados de las nuevas realidades, de nuevos proyectos que se están gestando y ya en desarrollo resulta hoy en día algo fundamental y clave para la competitividad; de ahí la importancia de contar con medios de información especializados, en los que ponerse al día de los pasos que se están dando en un determinado sector. Por eso la apuesta que se hace desde ACLUNAGA para poder poner al alcance del sector naval gallego la información más relevante en la actualidad, que sirva como hoja de ruta a seguir ante los nuevos cambios y procesos que se están gestando, y que determinarán las líneas maestras a nivel internacional en los próximos años.

Manuel Vázquez

Vicepresidente de ACLUNAGA
Gerente de NORINVER,
Montajes e Ingeniería



Maquinillas, grúas, pastecas, pescantes y ganchos

Un único proveedor para todos sus equipos

Pinturas anti incrustantes sin biocidas ni sustancias nocivas

Xosé Cruz

Cualquier instalación que deba prestar servicio en inmersión se enfrenta a los problemas de disminución en las prestaciones, corrosión y bloqueos causados por las incrustaciones de organismos vivos. Se trata en primer lugar de dificultades en la eficiencia y economía de las operaciones (1). Pero con el tiempo, estos problemas llegan a comprometer la seguridad y la viabilidad misma de esas operaciones. Basta pensar en tuberías o intercambiadores de calor taponados, por ejemplo. Por tanto es lógico que sea un punto de preocupación tanto de la industria como del Legislador (2).

La idea no es matar el organismo sino dificultar el anclaje y eliminarlo fácilmente mediante un fregado suave

Rascar es la solución obvia y también la más antigua. Eliminar las incrustaciones con agua a presión o por medios mecánicos es la solución a un problema inmediato. Sin embargo puede ser muy difícil y costoso a la hora de llevar a la práctica. Y desde luego no es un método de prevención.

De una forma o de otra siempre se acaba por recurrir al rascado o fregado. Pero entre parada y parada se dedican muchos recursos y esfuerzos a alargar el intervalo. A rascar lo menos posible.

Lo más socorrido son los sistemas de dosificación química. Básicamente consisten en envenenar el ambiente en contacto con la obra viva para disuadir a los organismos de sus intenciones de colonización. Los métodos son variados, aunque el principio es el mismo: liberar un biocida que mate los colonos. Puede recurrirse a la liberación directa del producto (por ejemplo cloruro férrico) o bien a sistemas electroquímicos de formación del arma disuasora in

situ: iones de cobre en los sistemas electrolíticos o hipoclorito sódico en la electro-cloración.

Un caso particular de liberación del producto químico lo constituyen las pinturas anti incrustantes. Las lixiviantes presentan unos poros superficiales donde se almacenan derivados de cobre o zinc (y otros biocidas específicos) de forma que se van liberando controladamente. Las ablativas van “desprendiendo” la capa superficial de la obra viva junto con el veneno. Las cantidades liberadas varían según el movimiento del agua. En general se considera que el material debe re aplicarse cada 1 - 3 años para mantener una cierta efectividad.

La cuestión en la guerra química siempre ha sido cómo conservar el control. Es decir, cómo dirigir la munición hacia el enemigo evitando en lo posible que la bala pueda darse la vuelta, creando así una situación ciertamente incómoda.

Limitar estrictamente la cantidad de veneno liberado, restringir el uso de estos sistemas a alta mar lejos del agua dulce o de entornos que puedan afectar a personas, parecen tan sólo declaraciones buenistas e ingenuas. Basta echar un vistazo a las concentraciones de buques en puertos, zonas de tráfico y caladeros, o reparar en las postales veraniegas de zonas turísticas y de baño (3) para comprender que son instrucciones de imposible cumplimiento.

Por otra parte está la cuestión legislativa. La Reglamentación actual limita muy considerablemente los productos biocidas que pueden usarse.

Hay sustancias tradicionalmente prohibidas por la IMO como el TBT tributil estaño (2,3). Otras sustancias actualmente permitidas están bajo discusión. Se diría que en revisión permanente. Es el caso de los derivados de cobre (4).

En el entorno Europeo existen, entre otras, la Directiva 98/8/EC BPD y el Reglamento 528/2012 BPR. El programa de registro obligatorio de sustancias químicas busca explícitamente la eliminación progresiva de sustancias altamente preocupantes



Xosé Cruz

1. Ingeniero Químico IQS
2. Departamento Técnico
info@materialesypinturas.com

(VHCS): mutagénicas, tóxicas para la reproducción, disruptores endocrinos, persistentes, bioacumulativas y tóxicas. Y si no es posible eliminar la sustancia, se necesita demostrar la necesidad (es decir, que no hay alternativa viable) y especificar sus peligros en el escenario de uso.

Los costes y la burocracia en que los que se incurre para legalización de estas sustancias son evidentemente altos. No es casualidad: la intención es espolear la creatividad de los formuladores para que ofrezcan mejores alternativas.

Por este camino se crea una situación de restricción en el mercado por parte de unos pocos fabricantes. Basta con echarle un vistazo a la lista PT21 - *Antifouling products (Records under the BPD or the BPR)* para comprobar la docena de biocidas autorizados (5). Llama la atención el hecho de que en varios casos están controlados por una única compañía (6).



Dicho lo cual el problema de las incrustaciones sigue estando presente (1). Y rascar sigue siendo una actividad que conviene aplazar todo lo posible.

Si nos parece excesivo envenenar al vecino, otra estrategia es incomodarle para convencerle de que este

no es un buen vecindario. Por eso han aparecido los sistemas ultrasónicos. Las ondas de alta frecuencia molestan, está claro, pero también ejercen un efecto mecánico que impide la deposición del adhesivo biológico o directamente lo rompe.

A parte de mostrar una efectividad elevada, la ventaja fundamental es que no se liberan sustancias tóxicas. Lo discutido sobre si es o no un método invasivo lo dejaremos al juicio de los organismos acuáticos afectados.

En todo caso, si aceptamos que es mejor demostrar al organismo visitante que no es bienvenido de una manera sutil en vez de recibirle a pedregonzos, una estrategia interesante es ponérselo difícil a la hora de dejar las maletas.

En ese sentido destacan experiencias propuestas de pintura anti incrustante base teflón y siliconas con acabados “resbaladizos” que impiden el anclaje de los organismos. Y un paso más allá en esa dirección consiste en modificar el concepto de pintura ablativa. Se trata de sustituir la liberación de una sustancia tóxica por la liberación de una sustancia viscosa. La dosificación sigue quedando a cargo del efecto de arrastre causado por la fricción del agua. Y con ella los posibles organismos y sus larvas.

Aún más malvado es el acabado piloso de la pintura anti incrustante. En efecto: unas fibras sobresalen de la superficie de la pintura, para el caso verdaderos pelos que se mueven con el agua e impiden de nuevo la instalación de vecinos molestos. El problema es que requiere una aplicación altamente especializada.

Es difícil vaticinar el recorrido de tales iniciativas, pero queda claro que si lo que pretendían era espolear la imaginación de los formuladores lo han conseguido. Como referencia de método novedoso destaca el *Fraunhofer Institute for Surface Engineering and Thin Films IST* y su propuesta relativa a los recubrimientos de carbono amorfo hidrogenado modificado simildiamante (DLC, a-C:H) para intercambiadores de calor (7).

En esta línea de trabajo de buscar un recubrimiento anti incrustante, extremadamente liso y cerrado en superficie para impedir la adherencia y el anclaje de los organismos, destaca la propuesta de materiales epoxy (8). Son materiales de aplicación en sistemas de

solamente 2 capas en vez de las 3 a 5 tradicionales, sin disolventes, sin biocidas ni productos químicos nocivos.

No liberan ningún material al entorno ya que el principio de funcionamiento es otro. Se trata de obtener una barrera impermeable y fuerte que dificulte el crecimiento de organismos acuáticos.

Y si se formasen, debe ser... rascable. Aunque **scrub-able** quizás se pueda traducir mejor por *fregable*.

La idea no es matar el organismo sino dificultar el anclaje y eliminarlo fácilmente mediante un fregado suave. Este punto es importante porque no se requiere eliminar todo el sistema y reconstruirlo después del

período de servicio establecido. Basta limpiar y reparar si fuese el caso.

El concepto y la aplicación son simples. La tecnología que los soporta, no tanto.

Efectivamente se necesita una superficie extremadamente lisa y cerrada, y al mismo tiempo se precisa flexibilidad y alta resistencia al impacto para permitir tiempos largos de servicio entre mantenimientos. Para eso se recurre a materiales epoxi bi componente, 100% sólidos, reforzada con escama de vidrio y aditivos anti adherentes. La resistencia química y a la abrasión son la clave de estos sistemas.

Comparativamente:

anti incrustante	epoxy escama de vidrio	convencional
Impacto medioambiental	Sin disolventes ni biocidas. No libera productos nocivos.	Contenido en disolvente variable Libera diferentes sustancias, normalmente dañinas.
Resistencia mecánica	Muy buena resistencia a la abrasión y a los agresivos químicos.	No proporcionan resistencia física ni mecánica.
sistema de pintado	2 capas Aplicable sobre sustrato húmedo y con preparación deficiente.	3 a 5 capas sensible a las condiciones ambientales durante la aplicación.
Costes de mantenimiento	Los organismos se eliminan mediante limpieza con agua a presión. El sistema puede ser reparado en caso necesario.	El sistema tiene una vida de servicio pre definida. Se necesita granallar y repintar cada cierto tiempo (5 años).

Estas alternativas ya tienen un cierto recorrido, como el caso del MV Arco Arun (2013) en el que se trató un problema de corrosión galvánica y abrasión, reemplazando el anti incrustante existente en la tobera y el timón por un producto resistente a la abrasión y de buena resistencia química.

El sistema aplicado fue granallado Sa 2½ con un perfil de rugosidad de 50 µm, seguido de 200 µm DFT de imprimación epoxy tolerante y 300 µm DFT de acabado anti incrustante epoxy escama de vidrio.

La revisión tras 18 meses de servicio permitió comprobar el correcto funcionamiento del sistema.

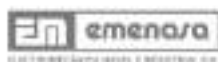
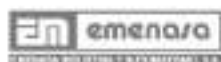
Desde entonces, este tipo de materiales ha ido ganando presencia y cuota de mercado. Y en el fondo no es más que la actualización del viejo principio de que las incrustaciones se solucionan ya no rascando, sino simplemente limpiando. Eso sí: limpiando lo menos posible.

- (1) Hull fouling from unsuitable hull coatings costs the shipping industry US\$30 billion per year in excess fuel bills based on a fuel price of US\$500/tonne, Danish Maritime Technical Conference, Copenhagen October 2015, cita de DNV GL (Clean Shipping Coalition)
- (2) <http://www.emsa.europa.eu/>
- (3) "Focus on IMO - Anti-fouling systems". International Maritime Organisation
- (4) San Diego Region - Shelter Island Yacht Basin Copper TMDL. Regional Water Quality Control Board - San Diego. Retr 2015-10-31
- (5) <https://echa.europa.eu/es/information-on-chemicals/biocidal-active-substances>
- (6) <https://echa.europa.eu/es/information-on-chemicals/active-substance-suppliers>
- (7) https://www.ist.fraunhofer.de/en/our-services/surface_coating/antifouling.html
- (8) MV Arco Arun, Hanson Marine, Amberes, Bélgica, 2013.



grupo emenasa

La fuerza de un grupo



La contaminación marina por hidrocarburos: percepción y realidad

Felipe Louzán Lago y Alsira Salgado

INTRODUCCIÓN

Hay una percepción generalizada que los buques, sobre todo los buques tanque, son los que más contribuyen a la contaminación por hidrocarburos del medio marino. Sin embargo, la realidad es que la cantidad derramada y el número de derrames procedente de los buques ha decrecido notablemente, a pesar del notable y constante incremento del tráfico de hidrocarburos y otras mercancías. De hecho las fuentes naturales y las descargas generadas por las actividades terrestres de los humanos representan alrededor del 80% de la

Los astilleros dependían más y más de la dura y difícil labor de las cuadrillas de remachado según los buques se iban haciendo más y más grandes.

contaminación de los océanos. El GESAMP (*The Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environment Protection*) sugiere que las descargas terrestres tales como las aguas residuales urbanas e industriales, descargas de los ríos o las emisiones atmosféricas de las industrias, representaban en el año 1990 alrededor del 77% de la contaminación marina, mientras que el transporte marítimo era responsable aproximadamente del 12%. Otro estudio llevado a cabo por la agencia PNUMA (*Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*) de la ONU también estimaba que el 80% de la contaminación marina procedía de las actividades terrestres mientras que el sector marítimo representaba el 10%. Hay que destacar además, que aunque son los grandes accidentes de los buques petroleros los que generalmente acaparan la atención mundial, sin embargo son las descargas operacionales ilegales y

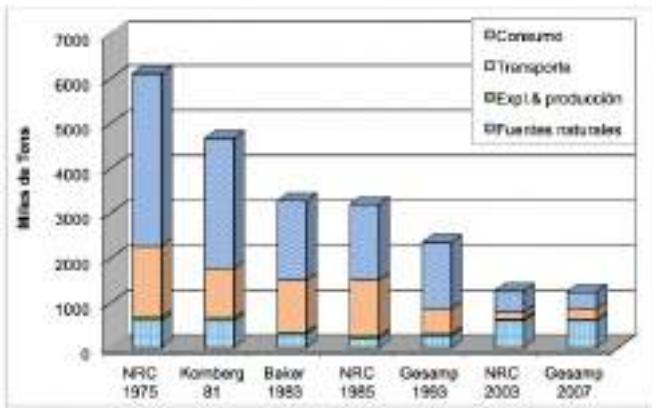
deliberadas las que contribuyen en mayor medida a la contaminación crónica de los océanos.

1. FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL MEDIO MARINO

Los diferentes estudios llevados a cabo entre el año 1975 y el 2007 indican que la cantidad de hidrocarburos vertida a los océanos ha ido disminuyendo progresivamente en todos los períodos considerados tal como se muestra en la Tabla 1 y en la Figura 1. Se puede observar que el total vertido ha pasado de 6.110.000 toneladas por año en el estudio realizado en 1975 por el NRC (*National Research Council*) a un promedio de 1.268.000 toneladas por año según el estudio de este mismo organismo llevado a cabo en el 2003 para el período 1990-1999 o de 1.245.000 toneladas por año (excluyendo los vertidos relacionados con las guerras y estimados en 1.220.000 toneladas por año debido mayormente a la Guerra del Golfo de 1991) para el período comprendido entre 1988 y 1997 según el último estudio llevado a cabo por el GESAMP³ en el 2007.

Fuentes de información	NRC 1975	Kornberg 1981	Baker 1983	NRC 1985	GESAMP 1993	NRC 2003	GESAMP 2007
Año/Período del estudio	1973	1979	1982	1987	1990	1990-99	1988-97
Fuentes naturales	600	600	300	300	258,5	600	600
Extracción	80	60	50	50	47,0	38	20
Transporte	1.380	1.110	1.150	1.250	564,0	150	248
Consumo	3.850	2.900	1.750	1.700	1.480,5	480	373
TOTAL (Miles de Tm/año)	6.110	4.670	3.250	3.300	2.350,0	1.268	1.245

Tabla 1. Cantidad estimada de hidrocarburos vertidos al mar anualmente según su origen de acuerdo a varios estudios realizados entre 1975 y 2007 (Miles de toneladas por año).



³GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). 2007. Estimates of oil entering the marine environment from sea-based activities. Re. Stud. GESAMP No. 75.

Estos mismos estudios incluyen y desglosan las cantidades introducidas al medio marino procedente de todas las actividades marítimas, incluyendo las actividades portuarias, tal como se muestra en la Tabla 2. Se puede observar que hay un descenso importante en el total de descargas pasando de 2.133.000 toneladas por año según el estudio del NRC de 1975 a 417.400 toneladas según su estudio del 2003 o a 457.000 toneladas en el estudio del GESAMP de 2007. Cabe destacar que las descargas procedentes de los buques se han reducido considerablemente a pesar del aumento progresivo del tráfico marítimo, tendencia que es muy significativa sobre todo teniendo en cuenta que desde mediados de los 80 el transporte de hidrocarburos por vía marítima se ha duplicado.

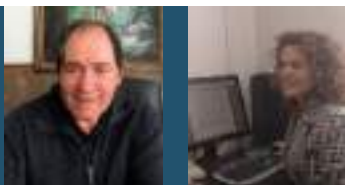
Además, si se analizan otros parámetros también se observa que el promedio de la cantidad derramada comparada con la cantidad transportada se ha reducido considerablemente. Así, el ratio entre la cantidad de hidrocarburos derramados y la de transportados era alrededor de 0,000181 (0,0181%) en la década 1970-1979 mientras que en el período 2010-2017 es del 0,000002 (0,0002%), tal como se muestra en la Tabla 3 y en la Figura 2. Esto significa que en el período 1970-1979 se derramaban al medio marino alrededor de 181 gramos de hidrocarburos por cada tonelada transportada mientras que en el último periodo 2010-2017 se han derramado 2 gramos por tonelada transportada.

Fuentes de información	NRC 1975	NRC 1985	IMO 1990	NRC 2003	GESAMP 2007
Año/Periodo del estudio	1973	1981	1989	1990-99	1985-97
Operaciones de petroleros	1.080	700	159	36,0	87
Accidentes de petroleros	200	400	114	100,0	158
Descargas de serrines y residuos de hidrocarburos (fangos) de los espacios de máquinas	500	300	253	270,0	189
Dique seco	250	30	4	0,0	3
Instalaciones portuarias y operaciones de toma de combustible	3	20	30	4,9	0
Accidentes de buques no-petroleros	100	20	7	7,1	5
Desguace y reciclaje de buques	0	0	3	0,0	15
TOTAL (Miles de Tm)	2.133	1.470	570	418,0	457

Tabla 2. Cantidad de hidrocarburos vertidos al mar debido a las actividades del transporte marítimo (Miles de toneladas por año).

Periodo	1970-79	1980-89	1990-99	2000-09	2010-17
Cantidad de hidrocarburos derramados (Miles de Tm)	3.195	1.175	1.374	190	47
Cantidad transportada (Millones de Tm)	17.645	15.925	19.873	24.276	23.219
Ratio	$1,81 \times 10^{-4}$	$7,38 \times 10^{-5}$	$5,71 \times 10^{-5}$	$8,07 \times 10^{-6}$	$2,02 \times 10^{-6}$
Gramos derramados por Tm transportada	181	73,8	57,1	8,1	2,0

Tabla 3. Ratio entre la cantidad de hidrocarburos derramados por buques petroleros en derrames superiores a 7 toneladas y la cantidad transportada de petróleo crudo, productos y gas.



Felipe Louzán Lago y Alsira Salgado son Profesores de la ETS de Náutica y Máquinas,

Universidad de A Coruña.
felipe.louzan@udc.es / alsira.salgado@udc.es

¹ El Grupo Mixto de Expertos sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino (GESAMP, *Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution*) es un órgano científico consultivo interinstitucional mixto sobre la contaminación marina y la protección del medio marino, patrocinado por la OMI, la FAO, la COI/UNESCO, la OMM, la OMS, el OIEA, el PNUMA y la División de Asuntos Oceánicos y del Derecho del Mar de las Naciones Unidas (DOALOS). El GESAMP se creó en 1969 atendiendo a una petición del Comité Administrativo de Coordinación, que estimó que en el sistema de las Naciones Unidas las organizaciones debían, a fin de evitar la duplicación de tareas, formar conjuntamente mecanismos para examinar los problemas de contaminación marina en un contexto interdisciplinario.

² NATIONAL RESEARCH COUNCIL, *Petroleum in the Marine Environment*, National Academy of Sciences, Washington, DC, US., 1975.

³ GESAMP (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). 2007. *Estimates of oil entering the marine environment from sea-based activities*. Re. Stud. GESAMP No. 75.

Excluyendo una caída del transporte de hidrocarburos debido a la primera crisis del petróleo de 1973 y la segunda de 1979, el aumento del tráfico de hidrocarburos ha crecido constantemente desde 1970 pasando de unos 1.440 millones de toneladas transportadas en 1970 a unos 3.146 millones en el 2017. El aumento del tráfico marítimo en buques tanque evidentemente implica mayor riesgo, sin embargo es alentador observar una significativa tendencia a la baja en el número de derrames comparado con el total de petróleo crudo, productos y gas transportados, tal como se puede observar en la Figura 4.



Figura 3. Gramos de hidrocarburos derramados por buques petroleros en derrames superiores a 7 Tm por tonelada transportada por década desde 1970.

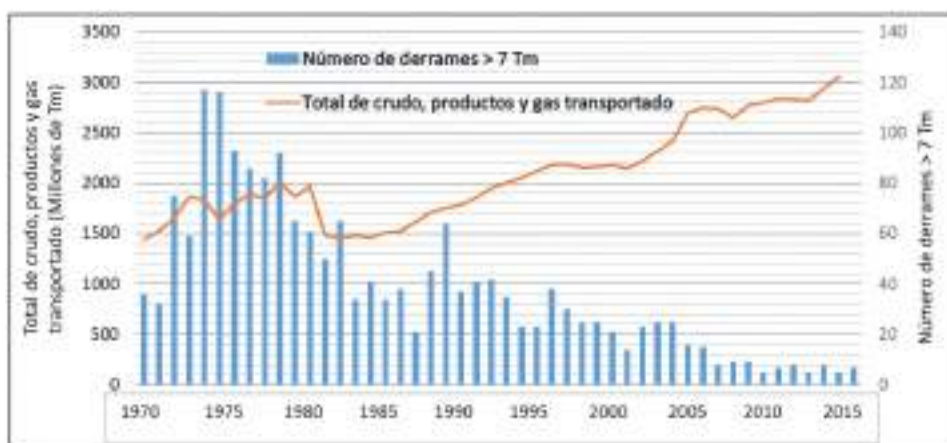


Figura 4. Comparación entre el número de derrames superiores a 7 Tm y el total de petróleo crudo, productos y gas transportado (Fuentes: UNCTADStat e ITOPF).

La ITOPF (*The International Tanker Owners Pollution Federation Limited*) publica anualmente un informe con los datos estadísticos de los derrames accidentales de hidrocarburos persistentes y no-persistentes procedentes de los buques tanque, buques de carga combinados (OBO y OO), FPSOs y gabarras, excepto de aquellos que se deban a actos de guerra. La

publicación proporciona información acerca de los derrames que hayan ocurrido en el último año y actualiza la base de datos que mantiene desde 1970. ITOPF registra el nombre del buque, el tipo y la cantidad de hidrocarburo derramado, el lugar del incidente y la causa. Por razones históricas clasifica los derrames según su tamaño en menores a 7 toneladas (<50 bbls), de 7 a 700 toneladas (50-5.000 bbls) y mayores a 700 toneladas (>5.000 bbls). Cabe señalar que actualmente tiene información sobre más de 10.000 incidentes, la mayoría de los cuales encajan dentro de la categoría de menores a 7 toneladas.

De acuerdo a los datos de la ITOPF, los grandes accidentes de contaminación, es decir los derrames mayores a 700 toneladas, se han reducido considerablemente desde 1970 pasando de un promedio de 24,5 de media anual en el período 1970-1979, 9,4 en el período 1980-1989, 7,7 entre 1990-1999, 3,2 entre 2000-2009 y 1,9 en el período 2010 a 2018. Cabe destacar que más del 80% de los derrames caen dentro de la categoría de los menores a 7 toneladas, aunque la información sobre este tipo de derrames suele ser incompleta y difícil de conseguir. Los datos acerca de los derrames mayores a 7 toneladas ya son más confiables y según la ITOPF el

número de derrames de 7 a 700 toneladas y mayores a 700 toneladas se han reducido considerablemente cada década en el período 1970-2018 así como la cantidad total derramada, tal como se muestra en la Tabla 4. Estas figuras engloban todo el hidrocarburo perdido al medioambiente incluyendo el que se ha derramado,

quemado y el que permaneció en el buque hundido.

Período	Nº de derrames 7-700 Tm.	Nº de derrames >700 Tm.	Cantidad derramada Tm
1970-1979	543	245	3.195.000
1980-1989	360	94	1.175.000
1990-1999	281	77	1.134.000
2000-2009	149	32	196.000
2010-2018	42	17	163.000

Tabla 4. Número de derrames de 7-700 Tm y mayores a 700 Tm por década desde 1970 a 2018 y cantidad derramada. (Fuente: Oil tanker spill statistics 2018, The International Tanker Owners Pollution Federation Limited, www.itopf.com).

Sin embargo, un accidente de un solo petrolero que produzca un derrame importante puede cambiar radicalmente los datos de un año y la tendencia de las estadísticas. Así, el 6 de enero de 2018 se produjo una colisión en el Mar de China entre el petrolero iraní “**Sanchi**”, que transportaba una carga de 136.000 toneladas de crudo condensado, y el granelero chino “**CF Crystal**”. El petrolero “**Sanchi**” se incendió y después de 8 días ardiendo finalmente se hundió con la pérdida total de la carga y el combustible y la muerte de sus 32 tripulantes. Este accidente cambia la tendencia de las últimas dos décadas y se convierte, en el número 9 de los mayores derrames de hidrocarburos procedente de buques tanque, con lo que el derrame del “**Prestige**” deja de estar entre los 20 derrames mayores hasta la fecha y pasa al número 21 mientras que el del “**Exxon Valdez**” pasa al 36.

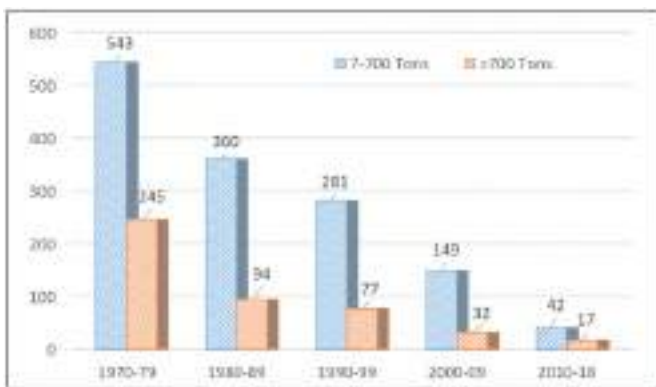


Figura 5. Número de derrames medios (7-700 Tm) y grandes (>700 Tm) por década desde 1970 a 2018 (Fuente: ITOPF).

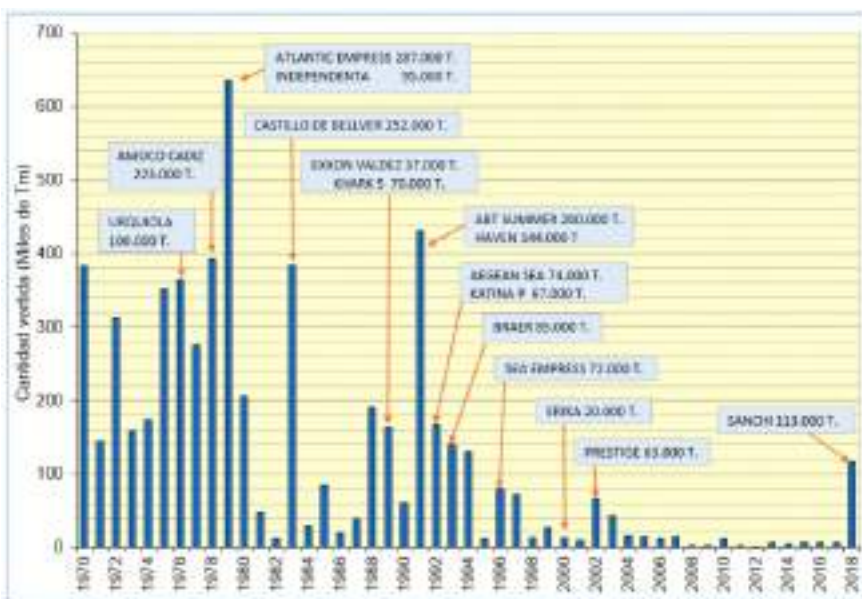


Figura 6. Cantidad de hidrocarburos derramados en derrames superiores a 7 Tm entre 1970 y 2018 (Fuente ITOPF).

2. TIPOS DE CONTAMINACIÓN MARINA PROCEDENTE DE LOS BUQUES

Las descargas a la mar de mezclas oleosas o residuos de hidrocarburos pueden clasificarse como contaminación accidental y contaminación operacional.

2.1. Contaminación accidental

Incluye los derrames debidos a los grandes siniestros marítimos como las varadas, abordajes, fallos estructurales, fuegos y explosiones y que son los que reciben mayor atención por la sociedad debido al consiguiente desastre ecológico, económico y social causado. También incluye los pequeños derrames asociados generalmente a las operaciones de carga, descarga y toma de combustible. Se trata de derrames debido a accidentes, fallos de equipo, rotura de tuberías o prácticas operacionales deficientes tales como la apertura errónea de válvulas, conexión y desconexión de mangueras o rebose de tanques de carga y combustible. Los vertidos debidos a los grandes accidentes y siniestros marítimos son los que ocupan grandes titulares en los medios de comunicación y en gran medida atraen la atención mundial, sin embargo según el estudio del NRC 2003 la cantidad media anual vertida debido a los accidentes de buques petroleros y no-petroleros es de 107.100 toneladas, mientras que la debida a descargas operacionales, incluyendo las instalaciones portuarias, es de unas 310.900 toneladas. Por tanto, prácticamente solo una cuarta parte del total vertido es debido a los accidentes mientras que las tres cuartas partes se deben a las descargas operacionales legales e ilegales.

2.2. Contaminación operacional:

Es la procedente de las descargas permitidas según las Reglas 15 y 34 del Anexo I del Convenio MARPOL 73/78, tales como aguas de las sentinas de los espacios de máquinas o las aguas oleosas procedentes de la limpieza de los tanques de carga. Hay que incluir aquí además la

contaminación deliberada, o sea aquellos vertidos⁴ que se producen por descargar de forma ilegal residuos oleosos al medio marino con la falsa pretensión de ahorrar tiempo y dinero. Se trata de los episodios de contaminación conocidos popularmente como “sentinazos” y que constituyen acciones criminales sin excusa y cuyos culpables deben ser perseguidos y castigados. Hay que distinguir entre las descargas relacionadas con la operación de todos los buques incluyendo los petroleros y las relacionadas con las operaciones de carga, descarga y lavado de tanques de los buques petroleros.

2.2.1. Operaciones de buques petroleros

Los buques petroleros pueden contaminar el medio marino mediante la descarga procedente del lavado de tanques con agua (lavazas) o del lastre embarcado en los tanques de carga (lastre sucio) por condiciones atmosféricas severas. Como los demás buques, también pueden contaminar por las descargas de las aguas oleosas procedentes de las sentinas de las salas de máquinas. Los buques petroleros actuales, salvo raras excepciones, deben disponer de tanques de lastre separado de modo que ya no es necesario introducir agua de lastre en los tanques de carga a no ser que las condiciones meteorológicas sean tan duras que, en opinión del capitán sea necesario embarcar agua de lastre adicional en los tanques de carga para mantener la seguridad del buque⁵. Este lastre adicional deberá tomarse en tanques lavados previamente con crudo y se tratará y descargará de conformidad con la Regla 34 y realizando la correspondiente anotación en el Libro registro de hidrocarburos.

2.2.2. Descargas de los espacios de máquinas de todos los buques

Todos los buques generan dos tipos de residuos oleosos: aguas de sentinas⁶ y residuos de combustible también conocidos con el nombre de lodos (*sludge*). Según el estudio del NCR⁷ de 2003, para la década 1990-1999, el total de descargas legales procedentes de las aguas de sentina para los buques mayores a 100 GT, que cumplen las reglas de descarga de MARPOL, es de 207 toneladas en total (36 toneladas de buques petroleros y 171 de no petroleros), mientras que las descargas ilegales suman un total de 16.529 toneladas (1.093 procedentes de los buques petroleros y 15.436 de los no petroleros). El total descargado alcanza por tanto las 16.736 toneladas, de las cuales el 1,24% se descarga cumpliendo con MARPOL y el 98,76% se descarga de forma ilegal. Estos datos de descargas ilegales se han determinado asumiendo un nivel de cumplimiento estimado 96% para los buques petroleros, 91% buques de productos, 93% buques de carga combinados, 85% buques mercantes no petroleros y 70% para los demás buques, de modo que los buques que se asume que no cumplen con MARPOL descargan toda el agua oleosa de sentinas directamente a la mar sin pasar a través del separador. Evidentemente esos datos serán más o menos precisos si los valores asumidos de cumplimiento también lo son.

Lo que resulta preocupante es la cantidad estimada de lodos⁸ descargada de forma totalmente ilegal, ya que los lodos tienen que incinerarse a bordo, recuperarse parcialmente por un medio aprobado para ser consumidos de nuevo o bien tienen que descargarse a tierra a través de la conexión universal requerida por la regla 13 del Anexo I de MARPOL. El estudio del NRC 2003 estima que se vierten al océano unas 255.700 Tm de residuos de combustible, tomando como base un

⁴ Se entiende por **vertido** la evacuación deliberada de sustancias y materiales en la mar. El vertido puede estar justificado por causas de fuerza mayor cuando sea necesario para proteger la seguridad del buque o para salvar vidas en el mar según la Regla 4 del Anexo I de MARPOL 73/78.

⁵ Reglas 18.3 y 18.4 del Anexo I revisado según la Resolución MEPC.117(52) adoptada el 15 de octubre de 2004.

⁶ Según la resolución MEPC.187(59) adoptada el 17 de julio de 2009 y que entró en vigor el 1 de enero de 2011 “Enmienda de la regla 1 del Anexo I del Convenio MARPOL”: *Por aguas de sentina oleosas se entienden las aguas que pueden estar contaminadas por hidrocarburos resultantes de incidencias tales como fugas o trabajos de mantenimiento en los espacios de máquinas. Se considera **agua de sentina oleosa** todo líquido que entre en el sistema de sentinas, incluidos los pozos de sentina, las tuberías de sentina, el techo del doble fondo y los tanques de retención de aguas de sentina.*

Por **residuos de hidrocarburos (lodos)** se entienden los productos de aceites de desecho residuales generados durante las operaciones normales del buque, tales como los resultantes de la purificación del combustible o del aceite lubricante para la maquinaria principal o auxiliar, el aceite de desecho separado procedente del equipo filtrador de hidrocarburos, el aceite de desecho recogido en bandejas de goteo, y los aceites hidráulicos y lubricantes de desecho.

⁷ NATIONAL RESEARCH COUNCIL, *Oil in the Sea III: Inputs, Fates and Effects*, The National Academies Press, Washington, D.C., 2003.

XESMEGA

Más que una consultoría ambiental

Mucho más allá del simple cumplimiento legal para lograr:

Aumentar la productividad de tu organización

Mejorar la eficiencia

Reducir los costes operativos



www.xesmega.es
info@xesmega.es

NUESTROS SERVICIOS

Ea

EVALUACIÓN AMBIENTAL

Va

VIGILANCIA AMBIENTAL

Gr

GESTIÓN DE RESIDUOS

Sc

SUELOS CONTAMINADOS

Cv

CONTROL DE VERTIDOS

Ec

EDUCACIÓN Y COMUNICACIÓN AMBIENTAL

Hc

HUELLA DE CARBONO

Cc

CAMBIO CLIMÁTICO

Os

OTROS SERVICIOS

consumo de 130 millones de toneladas de fueloil pesado y 40 millones de fueloil destilado, considerando un porcentaje de producción de fangos del 1,5% y un porcentaje de cumplimiento con MARPOL del 95% para los petroleros y del 85% para los demás buques.

Estos datos son todavía más preocupantes si se tiene en cuenta que el consumo de fueloil estimado en el 2007 fue de 369 millones de toneladas, según el segundo estudio de gases efecto invernadero⁹ llevado a cabo por la OMI en 2009. Otros estudios incluso indican que el consumo de fueloil pesado (HFO, *Heavy Fuel Oil*) es superior a los 350 millones de toneladas y el de diésel marino (MDO, *Marine Diesel Oil*) superior a los 58 millones de toneladas¹⁰. Además, teniendo en cuenta el aumento anual del consumo de combustible, o bien el nivel de cumplimiento con MARPOL mejora o de lo contrario la cantidad de lodos vertidos a la mar aumentará todavía más, lo que resulta totalmente inaceptable.

Estudio NCR 2003	ESPACIOS DE CARGA	DESCARGAS DE LOS ESPACIOS DE MÁQUINAS			TOTAL	%
	Descargas operacionales petroleros	Descargas de sentinas petroleros	Descargas de sentinas no- petroleros	Lodos		
Buques que cumplen	7.056,0	36,0	171,0	0,0	7.263,0	2,35
Buques que no cumplen	29.381,0	1.092,5	15.436,0	255.700,0	301.609,5	97,65
TOTAL	36.437,0	1.128,5	15.607,0	255.700,0	308.872,5	100,00

Tabla 5. Cantidad de hidrocarburos vertidos al mar debido a las descargas operacionales de los buques que cumplen y que no cumplen el Convenio MARPOL según los datos del estudio NRC 2003.

Las descargas ilegales contribuyen sobre todo a la contaminación crónica del mar especialmente en las zonas de mayor tráfico. El estudio de la mortandad de aves marinas orilladas en la línea de costa con las plumas impregnadas de hidrocarburos se viene empleando en algunos países del norte de Europa, Estados Unidos y Canadá principalmente, desde hace décadas, como un indicador de la contaminación

crónica de los mares. Diferentes artículos académicos y publicaciones acerca de la mortandad de aves marinas revelan, después del análisis químico de las muestras de hidrocarburos recogidas del plumaje de esas aves, que alrededor del 90% de los hidrocarburos eran de fueloil mezclado con aceites lubricantes¹¹. Se estima que más de 300.000 aves marinas mueren anualmente en la costa atlántica de Canadá debido a las descargas ilegales de hidrocarburos, una cantidad superior a la ocasionada por el siniestro del “*Exxon Valdez*” (estimada entre 100.000 a 300.000) o del “*Prestige*” (115.000 a 300.000). Otro estudio, llevado a cabo en Alemania entre 1998 y 2001, de las muestras del plumaje de más de 700 aves orilladas petroleadas, reveló que más del 90% de esas muestras contenían residuos de fueloil pesado. O sea que se trata del tipo de residuos procedentes de las sentinas y de los tanques de lodos de las máquinas de los buques. El diferente nivel de contaminación entre áreas indica además que la contaminación crónica por hidrocarburos es mayor en las zonas de mayor tráfico.

Teniendo en cuenta los datos y estudios mencionados se puede concluir que un porcentaje elevado de residuos de hidrocarburos son descargados a la mar de forma ilegal contaminando la mar y sus costas y afectado gravemente a la

biota marina. Aunque la cantidad de residuos de hidrocarburos procedentes de las aguas de sentinas y descargados de forma legal, de acuerdo a la regla 15 del Anexo I, no es significativa si es alarmante la cantidad vertida de forma ilegal de residuos procedentes de las sentinas y lodos de los combustibles. De hecho y teniendo en cuenta los datos del NRC 2003, más del 99,9% de las descargas de los espacios de máquinas se hace de forma deliberada vulnerando las reglas de MARPOL 73/78. Los residuos que no pueden descargarse a la mar de acuerdo a los requerimientos de MARPOL deben ser tratados o

⁸ La producción de residuos de hidrocarburos (lodos) es generalmente constante para el mismo buque y se estima que el fueloil pesado produce aproximadamente del 0,8% al 1,5% de residuos mientras que el diésel marino produce alrededor del 0,5%.

⁹ IMO, *Second IMO GHG study 2009*; International Maritime Organization (IMO) London, UK. April 2009. Buhaug, Ø.; Corbett, J.J.; Endresen, Ø.; Eyring, V.; Faber, J.; Hanayama, S.; Lee, D.S.; Lee, D.; Lindstad, H.; Markowska, A.Z.; Mjelde, A.; Nelissen, D.; Nilsen, J.; Pålsson, C.; Winebrake, J.J.; Wu, W.-Q.; Yoshida, K.

¹⁰ GUNNER T.J., *Ships and their CO2 emissions*, Technical Workshops meeting on emissions from aviation and marine transport, Oslo, Norway, October 2007.

<http://www.einet.europa.esu/training/bunkerfuelemissions>

¹¹ WIESE FRANCIS, *Seabirds and Atlantic Canada's Ship-Source Oil Pollution: Impacts, trends and solutions*, World Wildlife Fund Canada, Toronto, Canada, 2002. CAMPHUYSEN, KEES C.J., *Chronic oil pollution in Europe*, The International Fund for Animal Welfare (IFAW).

retenidos a bordo para ser descargados a instalaciones de recepción en tierra. Sin embargo, aunque los Gobiernos de las Partes del Convenio debieran garantizar este tipo de instalaciones de acuerdo a la Regla 38, y de modo que no causen demoras innecesarias a los buques, muchos estados todavía no disponen de las mismas, o no pueden recibir el tipo de residuos generados, o no es posible utilizarlas durante la estancia programada en puerto o bien son muy costosas en algunos puertos. Esta situación origina que en ocasiones no sea fácil descargar los residuos a tierra, genera demoras o resulta costoso induciendo a los operadores del buque a descargarlos de forma deliberada directamente a la mar. Todo indica que el motivo que provoca esta situación es puramente económico y entre las causas se pueden enumerar las siguientes:

- Falta de instalaciones de recepción en algunos puertos
- Falta de información de la disponibilidad de instalaciones de recepción
- Retrasos en la recepción de los residuos y por tanto demoras a los buques
- Costos elevados por la utilización de las instalaciones de recepción
- Ahorro en la compra de equipos de calidad y con la última tecnología
- Ahorrar costes en mano de obra en el mantenimiento de los separadores
- Ahorrar en la compra de repuestos de los separadores (filtros, membranas, etc.)
- Tripulaciones reducidas y sobrecargadas de trabajo.

3. CONCLUSIONES

1. Se pueden reducir aún más las descargas debidas a los accidentes si se adoptan sistemas redundantes de propulsión y gobierno y es posible reducir e incluso eliminar prácticamente las descargas operacionales si se hacen cumplir las disposiciones del Convenio MARPOL tomando las medidas apropiadas de vigilancia, detección y control y habilitando instalaciones adecuadas en los puertos para la recepción de residuos y mezclas oleosas.
2. Es posible incluso reducir las descargas legales actuales permitidas según el Convenio MARPOL incorporando la tecnología existente más actualizada.
3. La prevención y el control de la contaminación del mar debe ser un tema prioritario en las agendas de cualquier estado ribereño o de bandera del buque, de las tripulaciones, armadores y operadores de buques para lograr mares más limpios y más seguros.



Nor-Inver
Montajes e Ingeniería

www.norinver.com

DISEÑO +
FABRICACIÓN +
MONTAJE

- INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE
- INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y MANTENIMIENTO
- AUTOMATIZACIONES, CUADROS DE CONTROL, ARRANADORES Y ENSAMBLAJE DE CONECTORES

Tel. 981 38 15 04 Fax. 981 38 98 90

NEXUS entra en escena

Odd Karsten Olufsen

En el consorcio NEXUS, los principales actores del mercado de la energía eólica marina están desarrollando conjuntamente conceptos para futuros buques de transporte de tripulación y de servicios de operación, que reducirán los costes de mantenimiento y de emisiones a la atmósfera.

Los parques eólicos marinos están desempeñando un papel cada vez más importante a medida que el mundo recurre a la energía renovable para frenar el cambio climático. Se estima que el mercado eólico marino europeo alcanzará una capacidad anual de aproximadamente ocho gigavatios (GW) EN 2021 y 14 GW en 2030. Esta tendencia no se limita a Europa; Asia y los U.S.A. están en una andadura similar.

Actualmente el desarrollo está caracterizado por el aumento tanto del tamaño como de la capacidad de los aerogeneradores, ya que los nuevos parques eólicos se planifican y desarrollan en zonas adversas y a mayor distancia de las costas. Esto viene por tanto acompañado de una creciente necesidad de buques que sean eficientes para el mantenimiento y la reparación de los parques eólicos marinos.

Reducción de costes y emisiones

Las estimaciones actuales sitúan los costes de operación y mantenimiento de un parque eólico típico entre el 20 y el 30 por ciento de los costes de su ciclo de vida. Los técnicos, el equipo y las piezas de repuesto son transportados en su mayor parte por buques de servicio, que representan una proporción estimada del

73% de los gastos totales de operación y mantenimiento. Los buques de transferencia de tripulantes (CTV), tradicionalmente de menor tamaño, prestan este servicio en parques eólicos situados cerca de la costa y en áreas protegidas. Se requieren buques de operación de servicio más grandes (SOV) cuando los parques eólicos están situados a mayor distancia de la costa y en un entorno más arduo.



DNV GL ha desempeñado un papel activo en el desarrollo de normas de clasificación, tanto para los diferentes tipos de buques como para las actividades de servicio relacionadas, como la ida y vuelta hacia el trabajo. Por lo tanto, fue una decisión obvia unirse al consorcio NEXUS, que cuenta con los principales protagonistas de este mercado entre sus miembros, así como con reconocidos institutos de investigación. Los principales objetivos del proyecto NEXUS son los de reducir en un 20 por ciento los costes de mantenimiento de los parques eólicos y reducir en un 30 por ciento las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas.

Asbjørn Skaro, Director de Sistemas y Maquinaria de Cubierta – Marina Mercante para Rolls – Royce,



DNV GL Expert

Odd Karsten Olufsen (OO), Senior Principal Engineer Hydrodynamics & Stability

e-mail: odd.olufsen@dnvgl.com

comenta: “se estima que el número de SOV europeos se cuadruplicará en los próximos diez años. A través del proyecto NEXUS, nuestro objetivo es proporcionar un concepto de buque con soluciones nuevas y mejoradas para la operación y mantenimiento de turbinas y parques eólicos marinos. El objetivo general es hacer que la energía eólica marina sea más rentable”

SOCIOS DE NEXUS:

El proyecto NEXUS está financiado en parte por la UE, a través del programa H2020. El presupuesto total es de 4.4 millones de euros, de los cuales 3.3 millones de euros proceden de la UE.

Rolls-Royce Marine AS - coordinador técnico, líder en tecnologías de propulsión eléctrica y fuentes de energía alternativas, líder en diseño de conceptos, rendimiento, optimización de cascos, simulaciones, etc.

1. ARTTIC – coordinador de NEXUS:ARTTIC es el líder europeo en servicios de consultoría y gestión para la investigación y desarrollo tecnológico.
2. GONDAN Shipbuilders – Constructores navales que aportan experiencia técnica en la construcción de OSVs.
3. Global Marine – Armador y proveedor de ingeniería naval con experiencia y conocimiento del lado del propietario del buque y del usuario final.
4. SINTEF OCEAN AS – participa en el programa de pruebas para evaluar el rendimiento y las capacidades del buque diseñado.
5. Universidad de Strathclyde – con dos vertientes implicadas: el Centro de Investigación de Seguridad Marítima (MSRC), que contribuye a la ciencia y la investigación en materia de eficiencia energética, ciberseguridad, etc., y Strathclyde Business School (SBS), que desarrolla el marco del modelo de riesgo empresarial.
6. DNV GL- véase el cuadro de información que figura en la izquierda.

Desarrollo de conceptos de diseño

El conocimiento minucioso en relación a las operaciones de funcionamiento de los parques eólicos y de los planes de construcción de nuevos parques es la base esencial del proyecto. Las condiciones

ambientales, el número de turbinas y la distancia a tierra son algunos de los parámetros clave que los diseñadores y operadores deben de conocer para desarrollar conceptos optimizados.

El proyecto NEXUS abordará todos los aspectos que pueden influir en la capacidad de la industria para alcanzar objetivos. Se desarrollarán modelos de negocio que puedan representar a los múltiples actores, como en el caso del funcionamiento y el mantenimiento, y que permitan tomar decisiones sólidas. Estos modelos de negocio jugarán un papel importante durante la evaluación de los conceptos de diseño.

“El objetivo general es hacer que la energía eólica marina sea más rentable”

Las funciones y capacidades básicas de la concepción del buque resultan de su diseño, tamaño, capacidad y rendimiento hidrodinámico. Otros elementos clave en el diseño y rendimiento de los OSV, que serán investigados, incluyen el uso potencial de combustibles alternativos que podrían generar ahorro de costes mientras reducen las emisiones de gases de efecto invernadero, la hibridación y el planchado en



frío, ambos tanto en el puerto como en el parque eólico. El sistema de gestión de energía a bordo es



que luego serán sometidos a una simulación, prueba y demostración detallada. La expectativa es que estos diseños documenten el ahorro de costes y los objetivos relacionados con las emisiones de gases de efecto invernadero. El proceso de toma de decisiones desarrollado y seguido en este proyecto para llegar a los nuevos diseños será documentado para su uso futuro.

DNV GL en el Proyecto Nexus

En NEXUS, DNV GL es responsable de la coordinación y participación activa en los estudios de identificación de peligros (HAZID), la revisión crítica de las regulaciones, el desarrollo de modelos de riesgo, la evaluación de coste-beneficio, las recomendaciones finales basadas en normas y la especificación de los requisitos funcionales. DNV GL también contribuirá con su competencia en simulación y pruebas para sistemas complejos e integrados, desarrollando específicamente un marco y metodología de pruebas y verificación para sistemas, subsistemas, funciones y sistemas integrados.

otro componente que alberga un importante potencial de ahorro de energía. Varios niveles de automatización también pueden contribuir a la reducción de costes. Los riesgos potenciales son abordados en un paquete de trabajo separado.

Normas y regulaciones

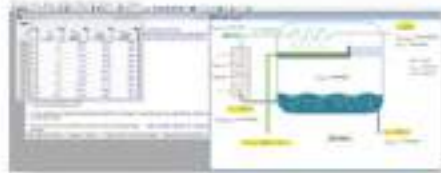
No es necesario decir que la concepción del diseño debe de asegurar que las actividades de operación y mantenimiento sean seguras para las personas involucradas, a la vez que se protegen los activos y el medio ambiente. Sin embargo, al desarrollar conceptos innovadores, pueden surgir situaciones en las que se cuestionen las reglamentaciones existentes, o no existan normas o reglamentos que aborden adecuadamente los riesgos existentes. Estos casos se evaluarán sobre la base de las directrices IMO. Desde la primera evaluación del modelo, la intención es desarrollar uno o dos diseños de buques adecuados,



Gefico

Water Solutions

40 AÑOS
liderando la ingeniería



www.gefico.com . Pol. O Acevedo, parcela A - 15185 Cerceda. A Coruña (Spain)

El MS Fullagar, el primer barco de casco soldado de la historia

Juan A. Oliveira

Hasta y durante la Primera Guerra Mundial, el remachado era clave en la construcción de grandes buques en todo el mundo. Aunque los remaches eran colocados inicialmente a mano con grandes martillos, la industria de principios de siglo había adoptado ya el uso de remachadoras portátiles, primero hidráulicas y más tarde neumáticas.

A pesar de que la aparición de estos equipos aumentó considerablemente el número de remaches que podían colocarse en una jornada, los astilleros dependían más y más de la dura y difícil labor de las cuadrillas de remachado según los buques se iban haciendo más y más grandes.

Los astilleros dependían más y más de la dura y difícil labor de las cuadrillas de remachado según los buques se iban haciendo más y más grandes.

Pero el número de mayo de 1921 de la revista Popular Mechanics incluyó un artículo sobre un buque revolucionario que utilizaba un nuevo tipo de uniones para sus planchas. El buque era el MS Fullagar, un pequeño carguero que habría pasado desapercibido para la historia si no fuera porque fue el primero en utilizar



Juan A. Oliveira es el responsable de las Áreas de Ingeniería Naval Aplicada y Estructuras en CT Ingenieros.

Desde 2013 edita y coordina el blog de temática naval vadebarcos.net. Puedes conectar con él a través de [Twitter](#) o [LinkedIn](#).



la soldadura por arco eléctrico en lugar de remaches para unir las planchas de su casco.

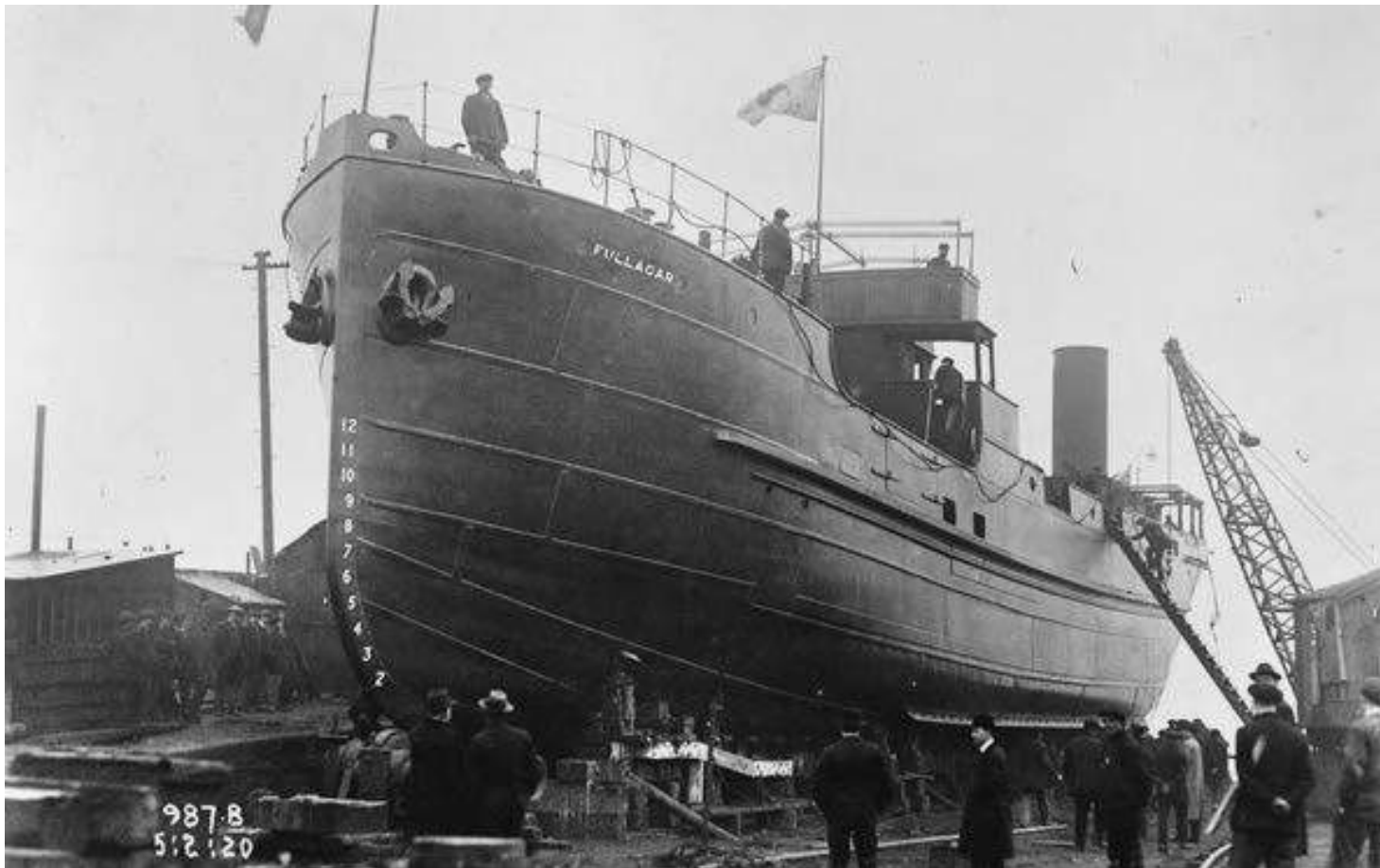
La soldadura por arco eléctrico se generaba mediante el paso de una corriente eléctrica a través de una varilla de acero o electrodo recubierta por amianto. La fusión del electrodo y las piezas a unir producían la unión. Las ventajas de la soldadura frente al remachado eran sobre todo la reducción del peso de los buques y la mayor rapidez en la construcción.

La soldadura ya había sido utilizada en la construcción naval antes de la Primera Guerra Mundial, aunque solamente en reparaciones. Por ello en 1918 el Lloyd's Register publicó las Provisional Rules for Electrically Welded Ships (Reglamento Provisional para Buques Soldados Eléctricamente). Este primer reglamento marcaba el camino en esta técnica pionera, recomendando la aprobación de electrodos y planes de soldadura, así como la formación y supervisión del personal involucrado en los procesos de soldadura. El Fullagar sería la prueba de fuego para este nuevo sistema de unión.

Un año antes de que el Lloyd's Register publicase su reglamento, el astillero inglés Cammell Laird había dado un paso clave en el desarrollo de la soldadura en la

construcción naval, con la pionera instalación de un equipo de soldadura por arco eléctrico. Así, cuando en 1919 recibió el encargo para la construcción del Fullagar tomaron la decisión de hacer de él el primer buque de

renombrado como Cedros, se hundió cerca de Baja California, tras chocar con el Hidalgo.



casco completamente soldado.

Cuando el buque fue botado en 1920, el Lloyd's Register, que había supervisado todo el proceso constructivo del mismo, le otorgó la cota de clase +100A1 con la notación especial Electrically Welded, Subject to Biennial Survey-Experimenta (Soldado Eléctricamente, Sujeto a Supervisión Bianual - Experimental).

El armador del Fullagar destinó el barco al transporte costero de mercancías, en el que habitualmente el buque sería varado mientras se cargaba y descargaba, lo que demostraría la resistencia de la soldadura del casco.

Durante su vida útil el Fullagar sufrió diversos incidentes, y aunque algunas de sus partes resultaron dañadas, su soldadura siempre se mostró en perfectas condiciones. En 1937, tras 17 años de servicio, el Fullagar,



A pesar del éxito del Fullagar, la soldadura no fue adoptada plenamente en la construcción naval hasta la Segunda Guerra Mundial, cuando el esfuerzo de guerra exigió la construcción masiva en Estados Unidos de buques de carga, los Liberty Ships. Pero esa es otra historia.

El futuro de los refrigerantes en el sector naval

Jaime Sines

Tras el descubrimiento de los desastrosos efectos de los refrigerantes tipo CFC y HCFC en la capa de ozono durante los años 70, se procedió a su eliminación a partir de la década de los 90 y se dio paso a otro tipo de refrigerantes alternativos, los HFC. Estos gases y sus mezclas (R134A, R507, R404A, R407C, R410A, ...), no dañan la capa de ozono pero, en su mayoría, contribuyen de manera notable al aumento del efecto invernadero.

La contribución al calentamiento global de estos refrigerantes se mide a través de un índice llamado Global Warming Potencial (GWP) y es una medida de la capacidad del gas de absorber/re-emitir la radiación IR en un período determinado de tiempo, en comparación con un gas de referencia, que en este caso es el CO₂.

GWP de algunos refrigerantes utilizados habitualmente

REFRIGERANTE	GWP (*)
R507	3.985
R404A	3.922
R422A	2.440
R407F	1.824
R134A	1.430
R449A	1.397
R448A	1.387
R450A	605

(*) 4ª Revisión IPCC

Así, por ejemplo, que el GWP del R507 sea de 3.985 significa que 1 kg de este gas emitido a la atmósfera contribuye al calentamiento global igual que 3.985 kgs de CO₂.

Debido al alto potencial de calentamiento global de estos refrigerantes, existe un planteamiento a nivel internacional para el uso de otros HFC con bajo GWP,

Jaime Sines
Sales Manager en GEA

e-mail: jaime.sines@gea.com



hidrocarburos y los llamados refrigerantes naturales: CO₂ y NH₃ (Amoníaco).

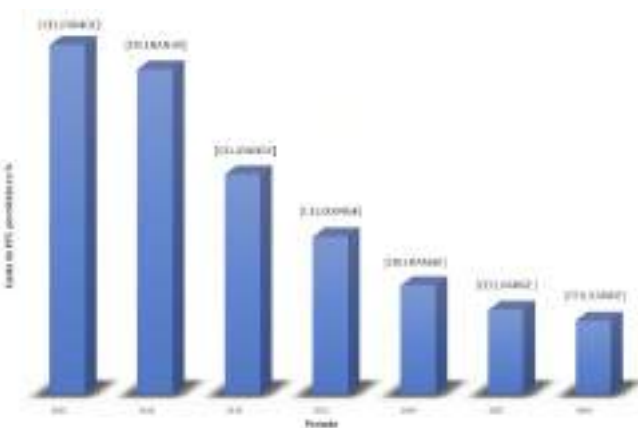
Este planteamiento se hace visible a través de diferentes normativas:

- Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL), en su Anexo VI referente a las reglas para prevenir la contaminación atmosférica, en donde otras se establecen medidas técnicas y operaciones obligatorias encaminadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de los buques.
- Reglamento (UE) 517/2014 del Parlamento Europeo sobre los gases fluorados de efecto invernadero (F-Gas), que define entre otros la comercialización y el control del uso de dichos gases, así como la limitación y la reducción gradual de las cantidades de HFC que se podrán comercializar, en función de las cantidades de GWP equivalente.

El sector marítimo puede considerarse un caso especial en relación con la F-Gas debido al movimiento de los buques dentro y fuera de la UE. Este reglamento se aplica a todos los buques que operan dentro de la UE, pero no se aplica a los buques que no operan dentro de la UE y que, además, no están registrados en la UE. Aunque el reglamento no especifica si las normas tienen

que ser cumplidas por los buques registrados en la UE que operan fuera de la UE, y dado que es una norma destinada a proteger el medio ambiente, sería recomendable que los buques registrados en la UE lo cumplieren independientemente de donde opere el buque.

- Ley 16/2013 por la que se establecen determinadas medidas en materia de fiscalidad medioambiental, introduciendo un impuesto sobre los HFC en función de su GWP. Este impuesto,



unido a los recortes en la producción de los HFC con alto GWP, hacen que el precio por kg de los gases más utilizados se haya disparado.

Dado el alto impacto medioambiental, el alto coste económico y la cada vez menor producción de los HFC con alto GWP, se hace imprescindible la búsqueda de alternativas viables con otro tipo de refrigerantes. Aunque en GEA nos gusta apostar por los refrigerantes naturales ya que son mucho más económicos, tienen mayor disponibilidad en el mercado, no dañan el medioambiente y son técnicamente buenos en su rango de aplicaciones, no siempre es posible su utilización ya que depende del reto al que nos enfrentemos, no podemos tratar de igual forma una nueva instalación que una instalación existente que trabaja con un F-Gas.

Si hablamos de nuevas instalaciones, las opciones pasan por utilizar un F-Gas con un GWP < 2500 o un refrigerante natural, bien en un sistema directo o en un sistema indirecto.

Cuando hablamos de un sistema directo con un F-Gas tenemos a favor que la inversión inicial es más

económica, no tienen un intercambiador intermedio, ni pérdida de temperatura, ni bombes y la eficiencia es mejor que el mismo refrigerante en un sistema indirecto, por contra suelen llevar grandes cantidades de refrigerante cuyo coste es elevado, tienen presiones de funcionamiento más altas que los refrigerantes indirectos y además hay que tener en cuenta que en el futuro puede haber cambios legislativos que restrinjan su uso.

Si pensamos en un sistema directo con un refrigerante natural nos encontramos que no existe un impuesto que los grave, su precio es muy bajo, su disponibilidad alta y tienen mejor eficiencia que los F-Gas, además, necesitan menos espacio para su implantación. Su uso está muy extendido y a pesar de que es una tecnología conocida, los diseños de las instalaciones para estos refrigerantes necesitan de experiencia no sólo para la ingeniería y ejecución, sino también para el servicio posterior. La inversión inicial es más elevada.

En el caso del NH₃, por ejemplo, si bien tiene una excelente eficiencia y es muy fácil de detectar en fugas, es tóxico, puede ser inflamable en muy altas concentraciones y requiere de una sala de máquinas cerrada con ventilación independiente.

Respecto al otro refrigerante natural, el CO₂, es importante remarcar que es el único refrigerante de origen natural que no presenta problemas de toxicidad ni de inflamabilidad. Una ventaja adicional relacionada con el uso del CO₂ es su mayor capacidad volumétrica debido a sus altas presiones de trabajo que permiten utilizar pequeños equipos, componentes y líneas de pequeño diámetro, ofreciendo un alto rendimiento consecuencia de la buena transferencia de calor de este refrigerante.

GWP de algunos refrigerantes utilizados habitualmente

Refrigerante	Tipo	GWP (*)	Inflamable/ Explosivo	Tóxico	Categorización ANSI/Ashrae 34	Kgs equivalentes a 1 TonCO ₂
R12	CFC	8.100	No	No	A1	0,12
R22	HCFC	1.500	No	No	A1	0,67
R502	HFC	1.985	No	No	A1	0,25
R404a	HFC	3.922	No	No	A1	0,25
R407C	HFC	1.808	No	No	A1	0,55
R410A	HFC	1.774	No	No	A1	0,56
R134a	HFC	1.430	No	No	A1	0,70
R717 (NH ₃)	Natural	-	Si (**)	Si	B2	-
R245 (CO ₂)	Natural	1	No	No (***)	A1	1.000,00

(*) 4ª Revisión IPCC

(**) Inf amable en altas concentraciones

(***) Dependiendo de la concentración podría ser así xiante



En los sistemas indirectos, en donde un refrigerante primario (puede ser un refrigerante natural o bien un F-Gas) enfría un refrigerante secundario (puede ser una salmuera, agua glicolada, Temper, o incluso CO₂), se reduce la carga del refrigerante primario respecto a un sistema directo, además de confinarlo en la sala de máquinas y por tanto minimizar el riesgo para las personas. Estas ventajas son también sus inconvenientes ya que al tener componentes adicionales necesitan más espacio, lo que también hace que el coste de la inversión sea más elevado, además de un mayor consumo y un peor rendimiento energético.

el CO₂, es importante remarcar que es el único refrigerante de origen natural que no presenta problemas de toxicidad ni de inflamabilidad.

En cuanto a las instalaciones existentes, las alternativas pasarían por utilizar refrigerante reciclado o regenerado, o un F-Gas con un GWP < 2500 bien en un sistema directo o en un sistema indirecto, o incluso se podría pensar en una nueva instalación si la vida del buque todavía se presume larga.

Si la opción pasa por utilizar refrigerantes regenerados, hay que tener en cuenta que cada vez tienen mayor coste y peor disponibilidad. El refrigerante reciclado se puede obtener de la misma instalación o de otras instalaciones de la misma Propiedad. En estos casos y para reducir la cantidad de refrigerante necesario en una instalación existente se podría reconvertir a un sistema indirecto, aunque al tener que adaptarse a unas nuevas condiciones de trabajo, la instalación pierde capacidad frigorífica y empeora el rendimiento.



**GUILLERMO
GONZALEZ**

Producción Audiovisual
Recorridos **3D** en **4K**

(Incrementa las visitas WEB hasta en un 25%)

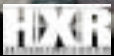
FOTOGRAFÍA en la más alta calidad

Piloto de **DRONES**

Diseño Gráfico

TIME LAPSE de larga duración

Tour virtual desarrollado por Aclunaga



616 407 408

guillermo@guillermogonzalez.com - hxr@hxrproducciones.com

www.guillermogonzalez.com

Entrevistamos a: José Carlos Bastos Alonso

Copropietario de Talleres Carper Vigo, S.L.

¿Cuál es la historia de Talleres Carper Vigo?

Somos dos socios, copropietarios, Perfecto Rodríguez Campo y yo. En 1992, hace 27 años, cuando éramos empleados de Astilleros Navales Santo Domingo, nos ofrecieron 5 millones de pesetas a cada empleado, tras atravesar una profunda crisis. Decidimos montar un pequeño taller de reparaciones navales. Teníamos muchos conocidos en el sector de la reparación mecánica y adquirimos un pequeño taller de unos 90 metros cuadrados, hasta que en 2003 nos trasladamos a nuestra ubicación actual.



¿Cuáles son los tipos de clientes de Talleres Carper Vigo?

Siempre hemos estado orientados a la reparación de buques de pesca, también a los mercantes. Reparando motores propulsores y auxiliares. Salimos mucho al extranjero, Sri Lanka, Galápagos, Irlanda, Perú, Sudáfrica, Namibia, Costa de Marfil...entre otros muchos sitios. Tras la crisis vivida en el año 2008, y una serie de impagos, siendo un taller pequeño tuvimos que diversificar y abrir el espectro a la náutica deportiva y barcos de bajura. El 50% en pesca de recreo, deportiva

(reparación de motores, líneas de ejes, maquinaria de cubierta, etc.) y, el otro 50%, en trabajos industriales y pesca.

Hoy en día estamos limitados a varios clientes importantes en compañías de pesca locales y extranjeras y lanchas de apoyo a compañías atuneras, realizándoles los trabajos totales de reparación general. Tenemos una sección de mecanizados, además de hacer reparaciones industriales.

A parte de todo esto, llevamos la parte deportiva (hasta 900cv) de Yanmar, somos servicio oficial (Master Dealer) de Galicia y Norte de Portugal. Nos encargamos de distribuir la marca y hacer reparaciones en embarcaciones de recreo (revisiones, líneas de ejes, etc.) y suministro de todo tipo de repuestos y motores. También somos desde el año 2003, el servicio oficial de Ferjovi para toda Galicia, empresa fabricante de tratamiento de superficies y de máquinas de pintar, chorreo y de cilindros hidráulicos especiales.

¿Posee dificultades para el desarrollo de su actividad: infraestructuras, transporte, logística, normativas medioambientales?

Hay que ver que nosotros trabajamos fuera y no tenemos infraestructura en este sentido. Al contrario, a nivel local, es un buen sitio porque abarcamos al sector pesquero y náutico, estamos en una situación Óptima. A todos los niveles estamos muy bien comunicados, al lado del muelle de reparaciones y cerca de la náutica recreativa.

¿Posee dificultades para encontrar trabajadores con la formación que ustedes requieren? ¿Mejorarían este aspecto de alguna manera?

Pues sí, lo quiere todo el mundo, no solo Carper. Cualquier empresa busca gente cualificada y competente. Se necesitan oficiales competentes. En ocasiones nosotros tenemos la culpa, ya que hoy en día

descartas a un muchacho sin experiencia. Lo cierto es que alguien lo tiene que formar, en este sentido todos lo estamos haciendo mal.

Tenemos plantillas limitadas al trabajo que podemos asumir, y formar a un buen profesional lleva mucho tiempo.

Además, la realidad del aula, por mi experiencia, no se ajusta a la realidad del taller. El día a día del taller es lo que vale, si la teoría no va acompañada de la práctica, queda deslucida.

Es una cuestión en la que todos deberíamos de estar más concienciados y darle más importancia.

¿Los competidores de su empresa se encuentran a nivel regional, nacional o internacional?

Creo que no tenemos competidores, cada uno nos dedicamos a lo nuestro. Sí que tenemos competencia a nivel de representación de marca, a nivel comercial. Pero a nivel de taller no diría que haya competidores. Yo tengo que hacer mi trabajo bien y no depender de lo que haga el vecino. Si el cliente confía en mí y en mi trabajo volverá. La competencia en ese sentido somos nosotros mismos, competimos con nuestro trabajo. Si el cliente vuelve y habla bien de nosotros es que se ha hecho bien. A todos los niveles todo va unido.

¿Dirían que ha cambiado esta manera de competir en la actualidad?, ¿en qué sentido?

Siempre hemos seguido la misma fórmula, la política de la empresa siempre ha sido la misma. Ajustar precios y hacer muy bien las cosas.

La demanda a sus servicios, ¿cómo evolucionó en los últimos años?

Hasta la última crisis estábamos concentrados en el sector pesquero, mercante e industrial en reparaciones. A raíz de la situación económica nos derivamos más hacia el sector de la náutica. Tuvimos la oportunidad de ser distribuidores de uno de los grandes fabricantes de motores diésel a nivel mundial: YANMAR. La náutica era un mundo nuevo y lo vimos como una aventura. Cogier la marca dio resultado, aunque también tuvo sus inconvenientes, cometimos errores de gestión por ejemplo, de los que tuvimos que aprender.

En los años 2016 y 2017 hemos obtenido el indicador ARDAN DE EMPRESA GACELA como empresa que presentan una tasa de crecimiento elevada y constante en su cifra de ingresos, por encima del 25% durante 3 años consecutivos, en la Zona Franca de Vigo.

A grandes rasgos diría que desde 2011, fuimos dejando atrás los grandes buques pesqueros y mercantes, y nos concentramos más en la sección de náutica deportiva.

¿Podría indicarnos las ventajas - desventajas y las fortalezas - debilidades que considere de la región?

Sabemos que hoy en día se repara fuera, los costes de navegación influyen mucho, Latinoamérica, África...las compañías suelen ser mixtas y va a reparar al destino de la bandera que lleve el buque o el puerto que más les convenga.

A nivel de náutica, comparados con Baleares o Levante, el clima es determinante. A pesar de lo benévolo de nuestra climatología, estamos un poco más limitados. La cantidad de embarcaciones son menos por el tema del clima.

Bajo su punto de vista, como ven el futuro de la construcción y la reparación naval en Galicia y los factores que hay que tener en cuenta?

Aparentemente muy prometedor, dependemos mucho del personal técnico especializado. Ese es el futuro, lo marcarán las personas y las infraestructuras.

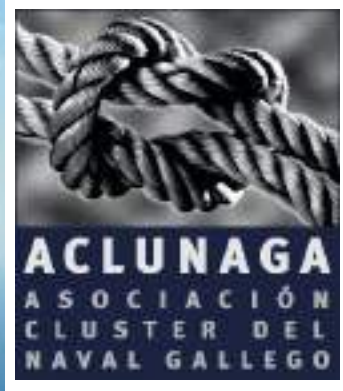
El futuro es la formación, pero de una manera más enfocada a lo práctico, es esencial.

Hoy en día se está mejorando, la prueba es la construcción naval gallega. A nivel reparación, las compañías al ser de bandera extranjera reparan donde les interesa.

A grandes rasgos diría que debería de ser bueno.

¿Cómo se plantea Talleres Carper Vigo el futuro?

Con expectativas, el sector tiene más movimiento que en otras épocas. Aplicando la fórmula que siempre hemos aplicado, tiene futuro.





981 578 206

aclunaga@aclunaga.es

Plaza de Compostela nº19
3º izquierda - 36201, Vigo

GMT
by ACLUNAGA

Síguenos en las Redes Sociales   @aclunaga.es