

# GMT

by **ACLUNAGA**

Galician Maritime Technologies

Nº 1 - OCTUBRE 2017



REVISTA DE LA ASOCIACIÓN CLÚSTER DEL NAVAL GALLEGO

# NAVALIA

INTERNATIONAL SHIPBUILDING EXHIBITION

7th EDITION

# 2018

22<sup>nd</sup>, 23<sup>rd</sup> and 24<sup>th</sup> May

VIGO  
(SPAIN)

[www.navalia.es](http://www.navalia.es)

Organised by:

**muéstralo**  
organización de eventos

Sponsors:



**VULKAN**  
COUPLINGS



**//ABANCA**





**D. Marcos Freire García**  
Presidente de ACLUNAGA

**C**on el mismo espíritu joven y dinámico que las empresas del sector naval gallego hemos querido transmitir a nuestros clientes, la asociación que presido se impulsa también sobre las mismas premisas para proporcionar a nuestros asociados actividades y productos del siglo XXI, medios de comunicación y difusión a la altura de la nueva capacidad técnica que nuestro sector precisa y herramientas de trabajo válidas para el día a día que tanto nos apremia y cautiva al mismo tiempo.

Hoy se lanza la revista tecnológica elaborada por la asociación, cuyo nombre representa un nuevo concepto de unión y de imagen corporativa, Galician Maritime Technologies; es un paso más, uno de muchos que se están trabajando para que cada asociado sienta la cercanía y la valía de pertenecer al colectivo naval de Aclunaga, y desde estas líneas quiero aprovechar para desearles suerte en esta nueva singladura que compartimos y entregamos a cada asociado para proporcionarle minutos de lectura sectorial y momentos de satisfacción compartiendo conocimientos irradiados desde los propios asociados.

Pretendemos que los asociados de Aclunaga tengan aquí su espacio y su medio para difundir conocimientos y que éstos lleguen no sólo a los demás miembros, sino a los principales clientes y proveedores, con el ánimo de despertar su interés y su aportación futura en vuestras relaciones comerciales.

**Con GMT pretendemos que los asociados de Aclunaga tengan aquí su espacio y su medio para difundir conocimientos.**

Nace como medio técnico de apoyo y de reflejo del conocimiento atesorado en nuestras empresas, así como revista de escritorio al que todo técnico del sector pueda recurrir para ampliar sus conocimientos o para recordar los hitos más significativos de nuestros trabajos.

No queremos ni pretendemos competir con revistas de prestigio del sector, sino servir como apoyo a las mismas. GMT será distribuida con una frecuencia trimestral que permita a los colaboradores desarrollar sus proyectos e ideas con la mayor facilidad posible, a sabiendas de que no puede significar su colaboración una interrupción de sus quehaceres diarios.

Hemos dado también inicio a la sección de entrevistas a miembros asociados, que irán desde los que se incorporaron a Aclunaga en su fundación, hasta los nuevos incorporados a lo largo del año 2017.

Todos tendremos cabida en la nueva revista y todos debemos aportar al resto de empresas aquello que forma parte de nuestro más importante valor, el conocimiento.

***Disfruten de aquello que nos permite conocernos y valorarnos.***

Un afectuoso saludo.

**Número 1 - Octubre 2017**

**“Astillero del Futuro”**

**Carlos Merino Rego** - Director de Tecnologías Digitales de Navantia y presidente del Comité de Dirección de la UMI Navantia-UDC

**“Ruido submarino radiado por barcos”**

**Soledad Torres Guijarro** - Profesora en la Escuela de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Vigo

**“La protección contra la corrosión en las torres eólicas offshore”**

**Imeldo Pita Cabarcos** - Ingeniero naval y oceánico, responsable del Departamento de Producción de Indasa

**“Buques de perforación: el Discoverer Enterprise”**

**Juan A. Oliveira** - Responsable del área de Ingeniería Naval Aplicada en CT Dinain y autor del blog vadebarcos.net

**“Trabajos en tanques con contenido líquido inflamable”**

**José Ángel Fragueta Formoso** - Doctor Ingeniero Naval; Enxeñeiros Navais e Oceánicos de Galicia (Enoga)

**Edita:** Asociación Clúster del Naval Gallego (Aclunaga)

**Diseño y redacción:** Pingota Comunicación

# “Astillero del Futuro”

**La Unidad Mixta de Investigación de Navantia - UDC**



**Carlos Merino Rego**  
 Director Tecnologías Digitales de Navantia y Presidente Comité Dirección UMI Navantia-UDC “Astillero del Futuro”

**T**ras una serie de visitas realizadas a los mejores astilleros de Europa, Estados Unidos y Asia y a empresas líderes españolas de otros sectores (textil, automoción, aeronáutica, energías renovables) a finales de 2014 y comienzos de 2015, se concluyó que Navantia diseña y fabrica los mejores productos pero necesita mejorar sus procesos, y la fórmula para ello es el concepto Astillero 4.0, o lo que es lo mismo, la particularización del concepto Industria 4.0 al ámbito de la construcción naval.

De ese modo, Navantia, dentro del esfuerzo transformador que viene realizando en los últimos años, comenzó en 2015 el camino hacia el Astillero 4.0, adoptando el modelo alemán, propiciando ese gran pacto 4.0 con todos los agentes (administraciones, sindicatos, universidades, centros tecnológicos, asociaciones y colegios profesionales, etc.) y desarrollando un modelo propio que está avanzando en estos momentos.

En paralelo a ello y teniendo en cuenta que los conocimientos en procesos no estaban a la altura de los existentes sobre producto (buque y sus sistemas), Navantia decidió acudir a la “academia” en busca de conocimiento y ayuda para avanzar en la mejora de sus procesos. El contacto fue con la Universidade da Coruña (UDC), a la cual se añadió la Xunta de Galicia, a través de GAIN (Agencia Gallega para la Innovación) y de una convocatoria para ayudas a un tipo especial de colaboración entre una empresa y un centro de investigación (Universidad o Centro Tecnológico), que se denominaba Unidad Mixta de Investigación (UMI).

Consecuentemente, Navantia y la UDC enfocaron la colaboración creando una UMI, denominada “Astillero del Futuro”, que comenzó a trabajar en octubre de 2015, por un período de tres años y cuyos objetivos son “la mejora de los procesos y el acercamiento de la tecnología al puesto de trabajo, para afrontar el desafío técnico-industrial del programa de fragatas F-110”.

Para el correcto funcionamiento de las actividades, la UMI se gestiona mediante un Comité de Dirección paritario, presidido por Navantia, recayendo la gestión diaria en la UDC (Daniel Pena, catedrático de Universidad, como Investigador Principal) y ubicándose en las instalaciones del Centro de Investigación Tecnológica (CIT) del Campus de Ferrol. Después de una curva típica de puesta en marcha de proyectos, en la actualidad trabajan en la UMI más de cien personas entre el personal experto de Navantia, los profesores



de investigadores de la UDC, el personal contratado específicamente por la UMI y el personal de centros colaboradores, entre los que destacan la Universidad de Vigo, Siemens y el CTAG.

## **Líneas de investigación**

En cuanto a los temas objeto de investigación y de acuerdo con los objetivos de la propia UMI, se trabaja en cinco líneas de investigación y quince actuaciones, tal como se muestra en detalle en la página web <https://umi.udc.es>. Las cinco líneas de investigación son: la optimización de procesos, las tecnologías de la información y comunicaciones (TICs), tecnologías disruptivas para las fragatas F-110, la ciberseguridad y los vehículos autónomos.

La línea de investigación de optimización de procesos estudia la mejora de los procesos de fabricación mediante técnicas de modelado y simulación (M&S), aprovechamiento de la experiencia de sectores industriales más avanzados y utilización de la estadística y

## Se trabaja en cinco líneas de investigación: la optimización de procesos, las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC's), tecnologías disruptivas para las fragatas F-110, la ciberseguridad y los vehículos autónomos



la tecnología para mejorar procesos concretos de fabricación. La línea incluye seis actuaciones: Modelado y Simulación (M&S) de procesos de construcción de buques, M&S de procesos de eólica marina, robótica y automatización, lecciones aprendidas del sector de automoción, proyecto "tubo de cierre" y control estadístico de procesos.

La línea de investigación de TICs acerca la tecnología al puesto de trabajo poniendo a disposición del trabajador y de forma digital la información existente en los sistemas corporativos, facilitando las ventajas de la realidad aumentada, ofreciendo la multiconectividad que ofrece el internet de las cosas y posibilitando la automatización del control de operaciones y de la trazabilidad de elementos inteligentes. La línea incluye tres actuaciones: información en planta y realidad aumentada, internet industrial de las cosas y trazabilidad.

La línea de investigación de tecnologías disruptivas para las fragatas F-110 ofrece un canal alternativo

específico para tratar de incorporar algunas tecnologías de "producto" muy novedosas y que están apareciendo en relación con el concepto de Industria 4.0, en el programa para las fragatas F-110, como son el concepto "sin cables", que pretende reducir en un 20% el volumen de cableado del buque, la utilización extensa de "adhesivos", que pretende sustituir la soldadura por los adhesivos en todos los elementos estructurales ya pintados y la utilización de la inteligencia artificial para las difíciles tareas del control de averías. La línea incluye cuatro actuaciones: Proyecto "sin cables" en sus dos vertientes (optimización del sistema eléctrico del buque e infraestructura común para comunicaciones, control y otros sistemas), proyecto "adhesivos" y el proyecto de sistemas auto-configurables.

Las líneas de investigación de ciberseguridad y vehículos autónomos estudian otros temas de enorme actualidad, como son la necesaria y cada día más difícil seguridad de los sistemas informáticos en un mundo tremendamente conectado tanto horizontal,

como verticalmente y la aplicación de los vehículos autónomos y, en particular, de drones tanto en espacios confinados para medición de espesores, como en espacios exteriores, para vigilancia y medición. Estas líneas incluyen una actuación cada una: proyecto ciberseguridad y proyecto UAV.



### Proyecto de futuro

En la actualidad y transcurridos dos años de vida de esta UMI, los resultados comienzan a ser lo suficientemente satisfactorios como para que Navantia se haya planteado la extensión temporal de la UMI "Astillero del Futuro". Consecuentemente y al amparo de la resolución de la GAIN de fecha 26 de mayo de 2017, estableciendo las bases reguladoras para la concesión, en régimen de competencia competitiva, de las subvenciones a organismos de investigación de Galicia para la creación, puesta en marcha y consolidación de UMIs, la UDC y Navantia han presentado recientemente solicitud de consolidación de la UMI hasta finales de 2020, de modo que en caso de ser concedida, garantizará el esfuerzo actual de investigación en las tecnologías clave que facilitarán el camino hacia la digitalización y el Astillero del Futuro de Navantia.



# Ruido submarino radiado por barcos



**Soledad Torres Guijarro, PhD**  
Profesora en la Escuela de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Vigo

**El ruido submarino radiado por barcos civiles no ha recibido demasiada atención en el pasado, pero esta situación ha cambiado recientemente, especialmente desde que la Organización Marítima Internacional (OMI) decidiera considerar el ruido de los barcos comerciales como una amenaza potencial para el entorno marino, e incluirlo entre sus prioridades. Esta preocupación es compartida por la Unión Europea, que en su Directiva Marco sobre la Estrategia Marina [1], traspuesta al ordenamiento español en La Ley de Protección del Medio Marino [2], incluye entre los descriptores del buen estado ambiental el D11, que mide la energía introducida por las actividades humanas en los mares, incluyendo el ruido.**

**H**asta hace poco, los ruidos impulsivos de alto nivel, como los producidos por sónares activos y la instalación de pilotes, eran la única forma de contaminación acústica submarina que se creía que amenazaba a las especies marinas, especialmente los mamíferos. Sin embargo, hoy en día sabemos que los crecientes niveles de ruido de fondo antropogénico, debidos fundamentalmente al incremento del tráfico marítimo, también les afectan. A pesar de que existen lagunas de conocimiento importantes sobre qué niveles de exposición al ruido son seguros para todas las especies, en términos de volumen, frecuencia y tiempo de exposición, sí existe clara evidencia de que el ruido influye en la capacidad de los mamíferos marinos para comunicarse, navegar, alimentarse y relacionarse socialmente [3].

La Unión Europea dedica importantes recursos a financiar la investigación orientada a reducir ruidos y vibraciones en buques. Merece atención especial, a mi parecer, el proyecto SILENV [4], cuyo principal objetivo es reducir el ruido y las vibraciones producidas por el transporte marino. El consorcio de este proyecto está formado por 13 empresas y universidades de 8 países diferentes, 4 de ellas españolas. Su aportación más destacable es una "etiqueta verde" que incluye niveles objetivo recomendados de ruido y vibraciones a bordo, de ruido radiado al aire, y de ruido radiado al mar; e interesantes recomendaciones sobre cómo reducirlos.

El ruido que transmite al agua un barco depende de las fuentes de ruido que haya a bordo, de cómo están instaladas, y de sus

**Soledad Torres Guijarro trabaja como investigadora en acústica submarina y en el tratamiento de señales acústicas y de audio, en el centro de investigación en Tecnologías de la Información y Comunicaciones AtlantTIC.**



condiciones de operación. Las principales fuentes de ruido son la hélice, especialmente cuando cavita y, no menos importante, la maquinaria necesaria para la propulsión y la generación de energía.

La reducción de la cavitación comienza en la fase de diseño, que debe centrarse en el diseño del casco, de la hélice y de los apéndices, para conseguir que el flujo de agua sea lo más uniforme posible. En esta etapa es fundamental emplear modelos numéricos y realizar mediciones sobre modelos a escala. También

## Desde el centro de investigación en Tecnologías de la Información y Comunicaciones AtlantTIC, de la Universidad de Vigo, contribuimos al ampliar el conocimiento de las causas y efectos del ruido submarino



es importante verificar las condiciones de funcionamiento del barco a lo largo de su vida: cambios en la velocidad de crucero o la carga del barco respecto a las nominales, adoptados con frecuencia para ahorrar combustible, pueden requerir un rediseño o sustitución de la hélice, que en cualquier caso debe ser revisada periódicamente y reparada en caso de sufrir daños por impactos.

Mientras que la hélice produce ruido directamente dentro del agua, la maquinaria embarcada transmite su vibración a la parte

sumergida del casco, que a su vez radia el ruido al mar. De ahí la importancia de no sólo escoger maquinaria silenciosa, sino también adoptar medidas para bloquear la transmisión de las vibraciones y el ruido aéreo que genera al casco. Conviene, por ejemplo, emplear montajes elásticos para sujetarla al casco siempre que sea posible. El casco, a su vez, debe diseñarse para maximizar su rigidez y, por otro lado, evitar que presente resonancias mecánicas a las frecuencias que las fuentes de ruido lo excitan.

Desde el centro de investigación en Tecnologías de la Información y Comunicaciones AtlantTIC, de la Universidad de Vigo, contribuimos al ampliar el conocimiento de las causas y efectos del ruido submarino: participamos en el proyecto europeo DemoWave, que demuestra la viabilidad de una boya de generación de energía a partir de las olas, midiendo su impacto como fuente de ruido submarino; en el proyecto Ecodraga, con financiación de la Xunta de Galicia, en el que estudiamos las emisiones acústicas de una draga modificada para reducir la contaminación de las operaciones de dragado; y estamos en vías de realizar el primer mapa de ruido submarino de la Ría de Vigo, en el que usamos modelos computacionales para calcular la compleja propagación del sonido en aguas someras y poder así poder predecir el impacto del abundante tráfico marítimo la zona, y validamos los resultados con mediciones in-situ.

[1] Directiva 2008/56/CE, de 17 de junio de 2008 por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (Directiva marco sobre la estrategia marina):

[http://www.mapama.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/Directiva200856\\_tcm7-198946.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/Directiva200856_tcm7-198946.pdf)

[2] Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino, <https://www.boe.es/boe/dias/2010/12/30/pdfs/BOE-A-2010-20050.pdf>

[3] Mcwhinnie, L., Smallshaw, L., Serra Sogas, N., O'Hara, P. D., & Canessa, R. (2017). *The Grand Challenges in Researching Marine Noise Pollution from Vessels: A Horizon Scan for 2017*. *Frontiers in Marine Science*, 4, 31.

[4] SILENV. *Ships oriented Innovative soLutions to rEduce Noise and Vibrations*. FP7 - Collaborative Project n° 234182.

<http://www.silenv.eu/>

# La protección contra la corrosión en las torres eólicas offshore

## Cómo seleccionar el sistema de protección y realizar la especificación



**Imeldo Pita Cabarcos**  
Ingeniero Naval y Oceánico  
Responsable Departamento de  
Producción de INDASA

**E**l sector de la industria eólica marina ha experimentado un notable crecimiento en los últimos años. En sus comienzos, la protección contra la corrosión tenía poca atención en el mundo de la energía eólica. Desafíos significativos con respecto a las cuestiones técnicas, como el desarrollo de la turbina, la variabilidad de los vientos y las soluciones de almacenamiento de energía asequible y las capacidades de la red habían dejado en un segundo plano la protección contra la corrosión. Esto es fácilmente entendible desde el punto de vista de que las empresas que explotaban la energía eólica lo hacían en tierra, un medio menos agresivo por lo que no suponía un grave problema.

**Para preservar la integridad estructural de las torres offshore se han realizado grandes esfuerzos y mejoras en los sistemas de protección contra la corrosión de dichas estructuras.**

Si no se trata adecuadamente, la corrosión puede eliminar la funcionalidad y con ella la viabilidad económica de las torres eólicas, acortando su expectativa de vida que se diseña para un periodo de 25 años.

El otro gran objetivo que se busca a la hora de diseñar un sistema de protección contra la corrosión es el de minimizar las actividades de mantenimiento, ya que tienen un coste muchísimo más elevado que en tierra.



A la hora de definir el proceso de selección de un sistema de protección pasiva contra la corrosión se han de tener en cuenta una serie de factores. Se requiere primeramente conocer la agresividad corrosiva del medio así como las características de la estructura y de la superficie a la cual se aplicará el recubrimiento. Finalmente para poder elegir el sistema adecuado se debe de conocer la durabilidad requerida del mismo y una planificación del proceso de pintado.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, en una torre offshore se van a definir distintos esquemas debido a las diferentes características de los medios en los que está la estructura. Así se pueden establecer las siguientes zonas:

- ❑ **ZONA SUMERGIDA:** Por lo general se elige una protección catódica en forma de ánodos de sacrificio o mediante corrientes impresas. La conductividad del agua de mar y la humedad constante permite que estos métodos sean idóneos para proteger la estructura de acero. La gran ventaja de la protección catódica, con respecto a un esquema de pintura, es que los costes de mantenimiento son mucho menores. Este sistema podría combinarse con un esquema de pintura epoxi de 2 capas en alguna zona concreta.
- ❑ **ZONA DE SALPICADURAS (Splash Zone):** Es la zona crítica en cuanto a la protección contra la corrosión. Actualmente hay distintas alternativas. Las más utilizadas serían: un sistema epoxi de 3 capas, un sistema de 2 capas de epoxi con fibra de vidrio o un sistema de poliéster de altos espesores. A la hora de elegir uno u otro el principal factor a tener en cuenta es la relación coste de producto frente a prestaciones. También es importante considerar la planificación del proyecto, que será crítica en cuanto a tiempos de repintado y curado de los productos, las instalaciones donde se llevarán a cabo los trabajos y la cualificación de los aplicadores.



❑ **ZONA ATMOSFÉRICA:** En esta zona se suele especificar un sistema epoxi típico. La última tendencia es, en determinadas zonas críticas, aplicar un recubrimiento de zinc metalizado para una mejor protección. En zonas como la plataforma de embarque o las bridas de unión, el sistema dúplex de metalizado con pinturas de alto rendimiento consigue un efecto sinérgico donde el tiempo de vida útil de este recubrimiento es mayor que el de la suma de cada uno de los sistemas por separado.

La planificación de la construcción de cada proyecto va a determinar cómo, cuándo y dónde debe aplicarse el sistema de pintado. Hay que tener en cuenta los materiales en la etapa de su prefabricación, tanto en campo como en taller y además en qué momento se completan las etapas de construcción. En la etapa de pintado se programará con detalle la aplicación de las distintas capas garantizando que se respeten los intervalos de repintado así como los tiempos de secado/curado en relación con la temperatura y la humedad.

La aplicación de sistemas de recubrimiento es de los últimos pasos en el proceso de producción y cae en la fase de proyecto en el que los retrasos se acumulan y aumenta la presión del tiempo. La falta de atención por no valorar correctamente la importancia del pintado y, como se apunta anteriormente, la presión del tiempo pueden llegar a comprometer la calidad del sistema de recubrimientos. Concesiones con respecto a los sistemas de

corrosión utilizados para resolver problemas de tiempo no son el camino correcto a seguir. El costo adicional de una reparación inesperada afecta significativamente el costo de la energía eólica en su conjunto.

En este punto cobra un protagonismo importante las compañías aseguradoras que, por todas estas razones, han liderado el cambio en el sector hacia unos procesos mucho más controlados para evitar riesgos durante la explotación de los equipos y que le supondrían un importante desembolso económico. El establecimiento de un sistema de protección anticorrosiva con pinturas, con las exigencias de las Normas Internacionales, exige de igual forma de la implementación de un sistema de control de calidad antes y durante la aplicación del mismo. La norma específica por la que se rigen los proyectos de eólica marina es la norma noruega NORSOK M-501 2012, además de las normas genéricas de trabajos de pintado ISO y SSPC. Dicho sistema de control determinará el procedimiento de inspección de los trabajos así como el criterio de aceptación de los mismos.

El futuro de la protección contra la corrosión pasa, por supuesto, por la mejora continua en las prestaciones de los productos aplicados pero sobretodo tiene que ir hacia una mejora de procesos. Los grandes retos que se nos presentan son la modernización de equipos e instalaciones, la automatización de procesos y la especialización de las compañías aplicadoras.



# Buques de perforación

## El Discoverer Enterprise



**Juan A. Oliveira**  
Responsable del Área de Ingeniería  
Naval Aplicada en CT DINAIN

**E**l Discoverer Enterprise es un buque de perforación petrolífera de la compañía americana Transocean, entregado en el año 1998 en el astillero español de Astano (hoy en día Navantia Fene) en el que había sido construido.

El buque, una de las mayores unidades off-shore del mundo, se hizo famoso la noche del 12 al 13 de enero de 1998, cuando a causa de los fuertes vientos producidos por el temporal que azotaba la costa gallega, el Discoverer Enterprise se soltó de sus amarras en los muelles del astillero y derribó el puente de As Pías, principal acceso a la ciudad de Ferrol.

### Para qué sirve

Tal y como indica su nombre, un buque de perforación sirve para eso, para perforar en las profundidades marinas, en aguas que van desde los 500 a los 3.000 metros de profundidad, además de servir como plataforma para trabajos de mantenimiento o de instalación en campos petrolíferos.

Estos buques tienen dos elementos que los diferencian claramente de los demás: la torre de perforación, y bajo ella, el pozo lunar ('moon pool' en inglés). La torre de perforación se eleva varias decenas de metros por encima de la cubierta del barco, mientras que el pozo lunar es una abertura que atraviesa el casco del navío y que permite el paso del equipo de perforación, tuberías de conexión con los pozos, vehículos submarinos a control remoto (ROVs) o submarinistas.

Su ventaja sobre las otras unidades de perforación offshore móviles (MODUs), tales como las plataformas o las barcasas, es su movilidad autónoma. Mientras que las anteriores dependen de remolcadores para su desplazamiento, los buques de perforación se mueven por sí mismos, y lo hacen a mayor velocidad gracias a su diseño en forma de barco, ahorro en tiempo que compensa el mayor coste de construcción.

Aunque por otro lado, su forma es una de sus debilidades, al ser susceptible de ser desplazado por la fuerza de las olas, el viento o las corrientes marinas mientras se perfora. Mientras que en aguas poco profundas esto puede evitarse mediante el fondeo por medio de anclas (de 6 hasta 12), en aguas mucho más profundas estos buques dependen de sus sistemas de posicionamiento dinámico, formados por una serie de propulsores colocados en la proa, popa y centro del

buque, que responden a las ordenes de un sistema informático que monitoriza la posición del barco, las corrientes o el viento constantemente y activa los propulsores para mantener el buque en posición.

Además de llevar a cabo las labores de perforación, estos buques cuentan con grandes tanques para almacenar el crudo extraído en el proceso.

### Un poco de historia

En la década de los años cuarenta del siglo XX, en las costas de California, ante la necesidad de perforar cada vez más lejos de la costa, se comenzó el desarrollo de los buques de perforación, adaptando en un principio buques de guerra de la US Navy.

Fruto de la colaboración entre las compañías petroleras Continental, Union, Superior y Shell, se construyó en 1956 el primer buque de perforación, el CUSS I. Diseño de Robert F. Bauer, de la Global Marine, serviría como banco de pruebas de las tecnologías de perforación offshore, siendo capaz de perforar en aguas de hasta 3.600 metros de profundidad, manteniendo su posición en un radio de 180 metros. El diseño del CUSS I fue el primero en incorporar la torre de perforación y el pozo lunar.



En 1961, los responsables del Proyecto Mohole, un intento de perforar la corteza terrestre hasta la discontinuidad de Mohorovicic para obtener una muestra del manto, contactaron con la Global Marine para utilizar el CUSS I. Durante la Fase Uno del proyecto el buque perforó en las cercanías de la Isla Guadalupe, en México, a una profundidad récord de 183 metros bajo el suelo marino, bajo una columna de agua de 3.600 metros.

Aunque el proyecto no avanzó nunca a su Fase Dos, ya que fue cancelado en 1966 debido a sus altos costes, dejó para la historia el descubrimiento de la capa basáltica del manto de la Tierra, demostró la capacidad para perforar en alta mar mediante un buque, e inventó un sistema de posicionamiento del barco conocido hoy en día como posicionamiento dinámico.



## El Discoverer Enterprise

Construido en 1998 en el astillero español de Astano, el Discoverer Enterprise es un buque de perforación de la compañía americana Transocean. Es el primero de una serie continuada con el "Discoverer Spirit" y el "Discoverer Deepseas". Sus armamento final se completó en el astillero Ingalls de Mississippi, EE.UU.



Con un presupuesto de 225 millones de euros, el Discoverer Enterprise se diseñó con el claro objetivo de reducir los costes de operación mediante un sistema de perforación dual en el que los equipos se colocan en dos zonas de trabajo diferentes, una a proa y otra a popa del moon pool, para poder realizar dos operaciones de perforación a la vez. Transocean estima el ahorro entre un 25 y un 40 por ciento dependiendo del escenario de trabajo. La de proa es la zona principal de trabajo, alojando los equipos de perforación, el riser y el BOP, quedando la zona de popa para trabajos de apoyo a la perforación.

La capacidad de perforación del Discoverer Enterprise es de 15.000 psi. El buque está equipado con cuatro bombas de lodo de 7.500 psi cada una, y un sistema activo de lodos con capacidad para 12.500 barriles.

El buque cuenta con un gran espacio de almacenamiento (100.000 barriles) y de habilitación, con espacio para 200 personas, y está capacitado para realizar otras tareas además de las propias de un drillship, como por ejemplo el tendido de tubería.

El Discoverer Enterprise está preparado para soportar las más duras condiciones climáticas, con alturas significativas de ola de hasta 13 metros, trabajando en aguas con profundidades de 3.000 a 10.000 metros.

Para mover los casi 255 metros de eslora del Discoverer Enterprise se utilizan dos motores Wärtsilä que desarrollan una potencia total de 9.850 kW, desplazando al buque a una velocidad de servicio de 15 nudos. El buque cuenta con un sistema de posicionamiento dinámico formado por seis propulsores azimutales de 5.000 kW cada uno, tres en la proa y otros tres en la popa, de suma importancia para mantener el buque en posición mientras trabaja.

## Características generales

Eslora total:	254,40 metros
Manga de trazado:	38 metros
Puntal:	19 metros
Peso muerto:	69.500 toneladas
Desplazamiento:	103.000 toneladas
Profundidad de operación:	3.000 metros
Potencia total instalada:	9.850 kW
Velocidad de servicio:	15 nudos
Almacenamiento de crudo:	100.000 barriles

Las características completas del Discoverer Enterprise en este [pdf](#) de la compañía Transocean.

## Para saber más:

- [Página web de Transocean.](#)
- [Una superplataforma petrolífera a la deriva destroza un puente sobre la ría de Ferrol, en El País.](#)
- [Digging a Hole in the Ocean: Project Mohole, 1958-1966.](#)

Blog del autor: [vadebarcos.net](http://vadebarcos.net)

# Trabajos en tanques con contenido líquido inflamable



**José Ángel Fraguela Formoso**  
 Doctor Ingeniero Naval  
 Enxeñeiros Navais e Oceánicos de Galicia (ENOGA)

**Existen intervenciones en los tanques de combustibles de cualquier buque e incluso en tanques de combustibles de una factoría de construcción naval, que requieren un tratamiento particular, no solo por sus dimensiones sino también por su clasificación en los reglamentos industriales de nuestro país.**

**Los principios fundamentales de la prevención de riesgos para la seguridad, la salud de los trabajadores, así como de la integridad física de la instalación, se basarán en el control absoluto de los riesgos de insalubridad y de inflamabilidad.**

**El primero de ellos garantizará la seguridad y la salud de los trabajadores y el segundo, además de esto, la seguridad de las instalaciones.**

## DEFINICIONES

### En relación con los factores del incendio.

- **COMBUSTIBLE:** Toda sustancia susceptible de combinarse con el oxígeno, de forma rápida y exotérmica.
- **COMBURENTE:** Toda mezcla de gases en la cual el oxígeno está en proporción suficiente para que en su seno se produzca la combustión.
- **ENERGÍA DE ACTIVACIÓN:** Mínima energía necesaria que necesita un combustible para que se inicie la reacción.
- **REACCIÓN EN CADENA:** Proceso mediante el cual progresa la reacción en el seno de la mezcla combustible-comburente.

### En relación con el combustible.

- **LÍMITE INFERIOR DE INFLAMABILIDAD (L.I.I):** Concentración mínima en tanto por ciento en volumen de combustible en mezcla con el aire, por debajo de la cual la mezcla es demasiado pobre para arder.
- **LÍMITE SUPERIOR DE INFLAMABILIDAD (L.S.I.):** Concentración máxima en tanto por ciento en volumen de combustible

en mezcla con el aire, por encima de la cual la mezcla es demasiado rica para arder.

- **PUNTO DE INFLAMACIÓN (FLASH POINT) (ti):** Mínima temperatura en °C a 760 mm de Hg. a la que una sustancia combustible, en contacto con el aire, desprende la suficiente cantidad de vapor para que se produzca la inflamación de la mezcla vapor-aire, mediante el aporte a la misma de una energía de activación externa.
- **PUNTO DE AUTOENCENDIDO (AUTOIGNITION POINT) (ta):** Mínima temperatura en °C a 760 mm de Hg. a la que una sustancia sólida, líquida o gaseosa en contacto con el aire, arde espontáneamente sin necesidad de ningún aporte energético a la mezcla.
- **PUNTO DE EBULLICIÓN:** Temperatura en °C a la que la presión de vapor de la sustancia es igual a la presión atmosférica (normalmente 760 mm. de Hg.).
- **POTENCIA CALORÍFICA (en Mega calorías/Kilo) (Pc):** Cantidad de calor que, por unidad de masa, desprende una sustancia al sufrir el proceso de combustión completo.

### En relación con las reacciones de oxidación-reducción.

En base a la velocidad de avance del frente de la reacción, las reacciones de oxidación-reducción fuertemente exotérmicas se clasifican en:

- **COMBUSTIÓN:** La velocidad de propagación es menor de 1 m/s y la energía desprendida se emplea en activar la mezcla combustible-comburente, iniciando la reacción en cadena.
- **DEFLAGRACIÓN:** La velocidad de propagación está comprendida entre 1 m/s y la velocidad del sonido en el medio de que se trate.
- **DETONACIÓN:** La velocidad de propagación es mayor que la velocidad del sonido en el medio de que se trate, formándose ondas de presión que originan ondas de choque.

### En relación con el efecto producido sobre el buque o sus instalaciones.

- **EXPLOSIÓN:** Efecto o resultado de otro fenómeno (cambio físico, químico o atómico), cuya causa es la expansión violenta y rápida de un gas o vapor, debiendo ser la liberación del gas

a alta presión en el ambiente, lo suficientemente rápida para que la disipación de su energía se produzca en forma de onda de choque.

### **En relación con las sustancias químicas y sus efectos sobre el organismo humano.**

- **CONTAMINANTE QUÍMICO:** Toda sustancia orgánica o inorgánica, natural o sintética que puede incorporarse al aire ambiente en forma de polvo, humo, gas o vapor, con efecto asfixiante, irritativo, neuromotóxico, corrosivo, anestésico, narcótico, sensibilizante, cancerígeno, mutágeno, teratógeno o sistémico, sobre la persona que entre en contacto con él, por vía respiratoria, digestiva, cutánea o parenteral.

- **VALOR LÍMITE AMBIENTAL:** Concentración en aire de una o varias sustancias, por debajo de las cuales la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos sin sufrir efectos adversos. Esta concentración puede ser:

- » Concentración máxima permisible, que representa un valor que no debe sobrepasarse en ningún momento.

- » Concentración promedio máxima permisible durante un tiempo, que representa la concentración media ponderada que no debe sobrepasarse en ese tiempo.

- **ASFIXIANTE:** Contaminante químico que impide la llegada de oxígeno a las células, por desplazamiento del mismo (asfixiante simple) o por alteración de los mecanismos biológicos (asfixiante químico).

- **TÓXICO:** Compuesto químico capaz de ocasionar daños mediante efectos biológicos adversos, una vez que ha alcanzado un punto susceptible del cuerpo.

### **En relación con la situación de la atmósfera de los tanques.**

- **TANQUE DESGASIFICADO:** Es aquel que contiene una concentración de gases o vapores inflamables por debajo de:

- » 0% del L.I.I. para trabajos en caliente

- » 15% del L.I.I. para trabajos en frío

- **TANQUE SALUBRE:** Es aquel que cumple simultáneamente con las dos condiciones siguientes:

- » El contenido de Oxígeno es mayor de 18% (No Asfixiante)

- » No se rebasan los valores límites ambientales para cualquiera de las sustancias químicas presentes en su atmósfera o residuo (no tóxico).

- **TANQUE EXENTO DE GAS (GAS FREE):** Es aquel que está desgasificado y salubre (no inflamable, no asfixiante y no tóxico).

### **En relación con el riesgo de inflamabilidad de la atmósfera de los tanques.**

- **ATMÓSFERA POBRE:** Aquella cuyo contenido en vapores de hidrocarburos es inferior al L.I.I. y que por lo tanto no es inflamable.

- **ATMÓSFERA RICA:** Es aquella cuyo contenido en vapores de hidrocarburos es mayor que el L.S.I., no siendo inflamable en esta concentración.

- **ATMÓSFERA INFLAMABLE:** Es aquella cuyo contenido en vapores de hidrocarburos está comprendido entre el L.I.I. y el L.S.I.

- **ATMÓSFERA INCONTROLADA:** Es aquella cuya concentración de vapores de hidrocarburos en aire es desconocida, y que por lo tanto, desde el punto de vista preventivo, debe considerarse como inflamable en tanto no se demuestre lo contrario.

- **ATMÓSFERA INERTE:** Es aquella que cumple:

- » El contenido de oxígeno en cualquier parte del tanque no deberá superar el 8% en volumen.

- » La presión del gas inerte en el interior del tanque será positiva.

## **RIESGOS MÁS IMPORTANTES**

En cualquier buque en reparación, no son pocas las situaciones de riesgo que se pueden producir, pero como riesgos diferenciados, trataremos dos en concreto:

- » Riesgo de inflamabilidad.

- » Riesgo de insalubridad.

## Trabajos en tanques con contenido líquido inflamable

### Riesgo de inflamabilidad.

La formación de atmósferas inflamables (dependiendo de la ta) puede producirse no sólo en el interior de los tanques, sino también en el exterior, a pesar de la facilidad de disipación de los vapores de los productos inflamables, debido a que en esta dilución influyen varios parámetros como son: la velocidad y dirección del viento; el área, altura y forma del orificio de salida; concentración de vapores; caudal de salida; distancia a la superestructura y distancia a otras salidas próximas, como se ha demostrado en túnel aerodinámico.

En la formación de atmósferas inflamables, influyen fundamentalmente las siguientes propiedades y características de los líquidos existentes en los tanques y tuberías:

- Temperatura de inflamación (ti)
- Temperatura de autoencendido (ta)
- Límite inferior de inflamabilidad (L.I.I.)
- Límite superior de inflamabilidad (L.S.I.)
- Punto de ebullición (te)
- Densidad relativa con respecto al agua
- Densidad relativa de sus vapores con respecto al aire
- Presión de vapor

En las mezclas de gases o vapores inflamables en aire, la situación de riesgo se produce cuando coinciden en el espacio y en el tiempo, los siguientes factores del incendio:

- El combustible (gases o vapores inflamables)
- El comburente (oxígeno del aire)
- La energía de activación

Sin embargo, la actualización del riesgo o IGNICIÓN de la mezcla combustible-comburente, solo se producirá si:

- » La concentración combustible-comburente se encuentra entre el límite inferior de inflamabilidad (L.I.I.) y el límite superior de inflamabilidad (L.S.I.).
- » La energía de activación aportada por el o los focos de ignición, es capaz de alcanzar la temperatura de auto ignición (ta) del combustible.

Para que se mantenga la combustión, es necesario que se produzca la reacción en cadena (cuarto factor del incendio), es decir, que la energía desprendida por la reacción de un determinado número de moléculas, sea suficiente para activar un número igual o mayor de nuevas moléculas, de modo que la reacción progrese en el seno de la mezcla combustible-comburente. La reacción en cadena es la que permite la propagación del incendio en el espacio.

### Riesgo de insalubridad.

La ausencia de oxígeno (en concentraciones por debajo del 18% considerada segura para personas) y la presencia de atmósferas tóxicas (en concentraciones por encima de los valores límites ambientales), en los tanques de carga cuando no existe la suficiente ventilación, es normal y las consecuencias derivadas de su desconocimiento y falta de comprobación, son fatales para las personas que penetren en el tanque.

En el caso de tanques de crudo, es necesario tener en cuenta, que la composición centesimal de los valores de hidrocarburos varía según los diferentes crudos, y así variará su toxicidad, pero puede decirse que esta aumenta a medida que aumenta su peso molecular. Los efectos que estos vapores producen en el cuerpo humano, van desde irritación de ojos (desde 1.000 ppm) nariz y garganta, hasta mareos, embriaguez, parálisis, inconsciencia y la muerte (a partir de 20.000 ppm).

## CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS

Antes de hablar de las medidas preventivas a implantar para la realización de trabajos en el interior o sobre las superficies de estos tanques, debo de tocar el tema de la clasificación de los líquidos combustibles e inflamables.

Varias son las clasificaciones existentes en la legislación nacional e internacional, como son:

- El Reglamento de Instalaciones Petroleras. (R.D. 2085/1994 de 20-10-1994, B.O.E. 27-01-1995).
- El Reglamento sobre Almacenamiento de Productos Químicos. (R.D.668/1980 de 8-2-1980, B.O.E. de 14-4-1980 y R.D. 3485/1983 de 14-12-1983, B.O.E. de 20-2-1984), en su Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-APQ-001 "Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles (O. de 9-3-1982, B.O.E.20-5-1982, modificada por O. de 26-10-1983, B.O.E. 7-11-1983, modificadas ambas por O. de 18-7-1991, B.O.E. de 30-7-1991 y B.O.E. 14-10-1991)
- El Reglamento Nacional Admisión, Manipulación y Almacenamiento de Mercancías Peligrosas en los Puertos.

## Trabajos en tanques con contenido líquido inflamable

(R.D. 145/1989 de 20-1-1989, B.O.E. de 13-2-1989), en su artículo 60.

- El Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas de la Organización Marítima Internacional (OMI).
- La Guía Internacional de Seguridad para Petroleros y Terminales de Carga, de la Cámara Internacional de la Marina, Foro Internacional Marino de Compañías Petroleras y la Asociación Internacional de Puertos y Radar.

- La Publicación 331 de la National Fire Protection Association (NFPA), "Normas sobre la clasificación básica de los líquidos combustibles e inflamables".

Por su importancia, como punto de referencia, resumo en las tablas 1, 2 y 3, las distintas clasificaciones, aunque para los apartados siguientes utilizaré la clasificación que figura en el apartado 3 de la Instrucción Técnica Complementaria MIE-APQ-001 del Reglamento sobre Almacenamiento de Productos Químicos:

**TABLA 1: CLASIFICACIÓN DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES E INFLAMABLES (Nacionales)**

REGLAMENTO DE INSTALACIONES PETROLERAS	REGLAMENTO SOBRE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS ITC-MIE-APQ-001	REGLAMENTO NACIONAL DE ADMISIÓN, MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MERCANCÍAS PELIGROSAS EN LOS PUERTOS
<p><b>CLASE A:</b> Hidrocarburos licuados cuya presión absoluta de vapor a 15°C sea superior a 98 Kpa (1Kg/cm<sup>2</sup>) (butano, propano y otros hidrocarburos licuables)</p> <p><b>SUBCLASE A1:</b> Hidrocarburos licuados a t&lt;0°C</p> <p><b>SUBCLASE A2:</b> Hidrocarburos licuados en otras condiciones.</p> <p><b>CLASE B:</b> Hidrocarburos de ti&lt;55°C y no están comprendidos en la Clase A (gasolina, naftas, petróleos, etc.)</p> <p><b>SUBCLASE B1:</b> Productos de ti&lt;38°C</p> <p><b>SUBCLASE B2:</b> Productos de ti≥38°C</p> <p><b>CLASE C:</b> Hidrocarburos de 55°C&lt;ti≤100°C (gas-oil, fuel-oil, diesel-oil, etc.)</p> <p><b>CLASE D:</b> Hidrocarburos de ti&gt;100°C (asfaltos, vaselinas, parafinas y lubricantes)</p>	<p>Líquido Combustible: ti≥38°C Líquido Inflamable: ti&lt;38°C</p> <p><b>CLASE A:</b> Productos licuados cuya presión absoluta de vapor a 15°C sea superior a 98 Kpa (1Kg/cm<sup>2</sup>) (propileno, butadieno, etc.)</p> <p><b>SUBCLASE A1:</b> Productos que se almacenan licuados a t&lt;0°C</p> <p><b>SUBCLASE A2:</b> Productos que se almacenan licuados en otras condiciones</p> <p><b>CLASE B:</b> Productos de ti&lt;55°C y no están comprendidos en La Clase A (acetona, alcohol, amilico, etc.)</p> <p><b>SUBCLASE B1:</b> Productos de ti&lt;38°C</p> <p><b>SUBCLASE B2:</b> Productos de ti≥38°C</p> <p><b>CLASE C:</b> Productos de 55°C&lt;ti≤100°C (fenol, formaldeido, etc.)</p> <p><b>CLASE D:</b> Productos de ti&gt;100°C</p>	<p><b>CLASE 3:</b> Líquidos inflamables</p> <p><b>CLASE 3.1:</b> ti &lt;-18°C</p> <p><b>CLASE 3.2:</b> -18°C≤ti &lt;23°C</p> <p><b>CLASE 3.3:</b> 23≤ti &lt;61°C</p> <p><b>NO PELIGROSAS:</b> ti ≥61°C</p>

**TABLA 2: CLASIFICACIÓN DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES E INFLAMABLES (Internacionales)**

CÓDIGO MARÍTIMO INTERNACIONAL DE MERCANCÍAS PELIGROSAS (CÓDIGO IMDG)	GUÍA INTERNACIONAL DE SEGURIDAD PARA PETROLEROS Y TERMINALES DE CARGA
<p><b>CLASE 3:</b> Líquidos inflamables</p> <p><b>CLASE 3.1:</b> Grupo con Punto de Inflamación bajo ti &lt;-18°C</p> <p><b>CLASE 3.2:</b> Grupo con Punto de Inflamación medio -18°C≤ti &lt;23°C</p> <p><b>CLASE 3.3:</b> Grupo con Punto de inflamación elevado 23≤ti &lt;61°C</p> <p><b>NO PELIGROSAS:</b> ti ≥61°C Las ti son en vaso cerrado</p>	<p><b>PRODUCTOS PETROLÍFEROS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>VOLÁTILES:</b> ti &lt;60°C (método de vaso cerrado) ti &lt;66°C (método de baso abierto) (Crudos y sus mezclas, gasolinas, keroseno, nafta, combustibles para turbinas y motores a reacción, etc.)</li> <li>• <b>NO VOLÁTILES:</b> ti ≥60°C (método de vaso cerrado) ti ≥66°C (método de vaso abierto) (Gas-oil, Fuel-oil, Diesel-oil, aceites lubricantes, betunes asfálticos duros, etc.)</li> </ul>

**TABLA 3: CLASIFICACIÓN DE LÍQUIDOS COMBUSTIBLES E INFLAMABLES**

NFPA PUBLICACIÓN Nº 321
<p><b>LÍQUIDOS INFLAMABLES</b></p> <p><b>CLASE I:</b> Líquidos con ti &lt; 100°F (37,8°C) con una presión de vapor &lt; 40 psi (2068,6 m/m.Hg) a 100°C</p> <p><b>CLASE IA:</b> Líquidos con ti &lt; 73°F (22,8°C) y una T. de ebullición &lt; 100°F (37,8°C)</p> <p><b>CLASE IB:</b> Líquidos con ti &lt; 73°F (22,8°C) y una T. de ebullición &gt; 100°F (37,8°C)</p> <p><b>CLASE IC:</b> Líquidos con 73°F (22,8°C) ≤ ti &lt; 100°F (37,8°C)</p> <p><b>LÍQUIDOS COMBUSTIBLES</b> Líquidos con ti ≥ 100°F (37,8°C)</p> <p><b>CLASE II:</b> Líquidos con 100°F (37,8°C) ≤ ti &lt; 140°F (60°C)</p> <p><b>CLASE III A:</b> Líquidos con 140°F (60°C) ≤ ti &lt; 200°F (93,4°C)</p> <p><b>CLASE III B:</b> Líquidos con ti ≥ 200°F (93,4°C)</p>

## Trabajos en tanques con contenido líquido inflamable

### SITUACIONES DE LOS TANQUES Y TIPOS DE TRABAJOS PERMITIDOS

#### Tanques abiertos o cerrados con líquidos inflamables o combustibles.

##### SIN ATMÓSFERA INFLAMABLE

- Se podrán realizar trabajos en frío en el interior y en el exterior del tanque, siempre y cuando la atmósfera del tanque no sea peligrosa por insalubridad.
- Para realizar trabajos en caliente que puedan producir la caída de chispas, aportar calor radiante, etc., es necesario estudiar las características del trabajo, del tanque y de los productos que se encuentran en su interior, para lo que:
  - » Es necesario conocer las características físicas de los productos, especialmente su punto de inflamación y su temperatura de autoencendido.
  - » Es necesario conocer las características de los focos de ignición que nos orientan sobre la temperatura, extensión y duración de la energía aportada.
  - » Hay que tener un control constante de la atmósfera del tanque mediante un explosímetro, para asegurar que la concentración de combustible-comburente no pasa del 0% de L.I.I.
  - » Hay que mantener ventilación en el tanque, siendo la forma más efectiva, introduciendo una manguera de aire a presión por el atmosférico del mismo y saliendo el aire por la boca del tanque.
  - » Podrá interesar un control de la temperatura de la zona de trabajo y de la superficie del líquido, que nos permita conocer la evolución de temperaturas y saber si la temperatura de la superficie del líquido supera la temperatura de ebullición del mismo.

Como notas prácticas, perfectamente contrastadas, debe tenerse en cuenta que:

Para líquidos Subclase B2 y Clases C y D, no es necesario vaciar los tanques, aunque procuraremos que el punto de trabajo no coincida con la superficie del líquido y para ello una de las medidas es llenar todavía más el tanque, para procurar que la temperatura producida por el foco de ignición se disipe en gran parte a través de la masa líquida, de tal modo que no llegue a su punto de inflamación. Esto nos permitirá, por ejemplo, taponar

poros o pequeñas grietas en los tanques, soldando un doble forro por el exterior del mismo, soldadura que cuando se trate de un tramo largo debemos hacerlo con paradas para que no haya gran elevación de temperaturas en la zona.

En caso de líquidos subclase B1, cuyo punto de inflamación es inferior a 38°C., siempre deberán vaciarse los tanques y el procedimiento a seguir es el que se describirá para los tanques abiertos o cerrados con residuos inflamables o combustibles sin atmósfera inflamable.

##### CON ATMÓSFERA INFLAMABLE

Mediante ventilación del tanque se convierte en un tanque con líquido inflamable o combustible pero sin atmósfera inflamable. Dicha ventilación podrá realizarse, introduciendo una manguera de aire por el interior del atmosférico y saliendo la mezcla comburente-combustible a una zona libre de riesgo de incendio o inflamación y siempre a lugares abiertos.

##### INERTIZADO

En esta situación deben comprobarse las condiciones de inertización. Si se cumplen las condiciones de una correcta inertización, se permiten los trabajos en frío y caliente fuera de las zonas o áreas peligrosas que rodean a estos tanques.

Para cualquier trabajo o manipulación de tuberías o válvulas deberá contarse con la autorización del Servicio de Seguridad e Higiene de la empresa.

#### Tanques abiertos o cerrados con residuos inflamables o combustibles.

##### SIN ATMÓSFERA INFLAMABLE

Estos tanques aunque no tengan una atmósfera inflamable, debido a los residuos existentes en el mismo, pueden generar atmósferas inflamables, debido a un incremento de temperatura, movimiento de fangos o lodos, etc...

Se pueden realizar trabajos en frío en el interior del tanque y áreas peligrosas alrededor del mismo, siempre y cuando la atmósfera del tanque no sea peligrosa por insalubridad o se utilicen equipos autónomos o semiautónomos y que la concentración combustible-comburente no sea superior al 15% de L.I.I.

No se permiten los trabajos en caliente en el interior del tanque o zonas adyacentes a las aberturas del mismo, a no ser que se limpie de residuos todo el tanque, o bien un área suficientemente grande alrededor del punto de trabajo, que determinará el Servicio de Seguridad e Higiene por su propia experiencia y la particularidad

## Trabajos en tanques con contenido líquido inflamable

del trabajo, además de tomar otras medidas complementarias, como son:

- a) Separar el combustible del comburente:
  - » Inundando con agua el fondo del tanque para que se apaguen las chispas que puedan caer desde el punto de trabajo.
  - » Cubriendo con espuma de alta expansión el fondo del tanque en una altura mínima de medio metro.
  - » Cubriendo con espuma AFFF el combustible del fondo del tanque.
  - » Cubriendo con cemento en polvo los residuos pastosos de combustible sobre los que puedan caer chispas, lo que creará una ligera capa protectora de cemento fraguado.
- b) Actuar sobre la reacción en cadena:
  - » Poniendo un bombero en las inmediaciones del trabajo, dotado con los medios necesarios para extinguir el incendio, como pueden ser extintores de polvo BC, lanza de agua de triple efecto, lanza de agua de triple efecto con dosificador de espuma y espumógeno AFFF, AFFF+AR, etc.
- c) Control de las condiciones ambientales:
  - » Manteniendo ventilación forzada del tanque mediante mangueras de aire y ventiladores neumáticos axiales preferentemente.
  - » Comprobando que la concentración de la atmósfera combustible comburente no pasa del 0% del L.I.I.

### CON ATMÓSFERA INFLAMABLE

Mediante ventilación del tanque, se pasará a la situación de los tanques abiertos o cerrados con residuos inflamables, pero sin atmósfera inflamable.

### INERTIZADO

Se procederá igual que en el caso de los tanques abiertos o cerrados con líquidos inflamables o combustibles, inertizados.

### Tanques abiertos o cerrados sin líquidos ni residuos inflamables o combustibles.

Podrán realizarse trabajos en frío o en caliente en cualquier área del tanque o su exterior, siempre y cuando se compruebe previamente

que la atmósfera del tanque está DESGASIFICADA y SALUBRE, es decir, TANQUE EXENTO DE GAS (GAS FREE) y que esta condición se mantiene a las 6 horas de la primera comprobación.

### Bibliografía:

- *Cámara Internacional de la Marina. Foro Internacional Marino de Compañías Petroleras. Asociación Internacional de Puertos y Radas: "Guía Internacional de Seguridad para Petroleros y Terminales".*
- FRAGUELA FORMOSO, JOSÉ ÁNGEL: "Prevención de incendios en diversas actividades industriales en las que se generan atmósferas inflamables". XI Jornadas Técnicas de la Mutua de Seguros del INI. Cádiz 1989.
- FRAGUELA FORMOSO, JOSÉ ÁNGEL: "Medidas preventivas a considerar en la ejecución de trabajos peligrosos en la explotación de petroleros; transporte; terminales de carga/descarga y reparación". XII Jornadas Técnicas de la Mutua de Seguros del INI. Oviedo 1991.
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION: *Publicación 321. "Basic Classification of Flammable and Combustible Liquids".*
- ORGANIZACIÓN MARÍTIMA INTERNACIONAL (OMI): "Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas".
- *Reglamento de Instalaciones Petrolíferas. (R.D. 2085/1994 de 20-10-1994, B.O.E. 27-01-1995).*
- *Reglamento sobre Almacenamiento de Productos Químicos. (R.D.668/1980 de 8-2-1980, B.O.E. de 14-4-1980 y R.D. 3485/1983 de 14-12-1983, B.O.E. de 20-2-1984), en su Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-APQ-001 "Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles (O. de 9-3-1982, B.O.E.20-5-1982, modificada por O. de 26-10-1983, B.O.E. 7-11-1983, modificadas ambas por O. de 18-7-1991, B.O.E. de 30-7-1991 y B.O.E. 14-10-1991).*
- *Reglamento Nacional Admisión, Manipulación y Almacenamiento de Mercancías Peligrosas en los Puertos. (R.D. 145/1989 de 20-1-1989, B.O.E. de 13-2-1989).*

# EVENTOS INTERNACIONALES DEL SECTOR

FECHAS	LUGAR	NOMBRE	TIPO / CLASIFICACIÓN
Del 01/10 al 04/10 de 2017	California (USA)	106a Convención Anual de AAPA	Convención-Feria / Naval
Del 04/10 al 04/10 de 2017	Singapur (Singapur)	Digital Ship Singapore	Congreso-feria / Naval-marítimo
Del 03/10 al 04/10 de 2017	Vigo (España)	Conxemar 2017	Feria / Prod. Congelados Mar
Del 03/10 al 05/10 de 2017	Sydney (Australia)	Pacific International Maritime Exposition	Feria / Naval-marítimo
Del 03/10 al 05/10 de 2017	Bombay (India)	SMM India 2017	Feria / Naval-marítimo
Del 04/10 al 06/10 de 2017	Kuala Lumpur (Malasia)	MIMEX Malaysia International Marine Expo	Feria / Naval-marítimo
Del 09/10 al 11/10 de 2017	Amsterdam (Holanda)	Offshore Energy 2017	Feria / Eólica offshore
Del 10/10 al 12/10 de 2017	Yakarta (Indonesia)	Indonesia Maritime Expo	Feria / Naval-marítimo
Del 11/10 al 13/10 de 2017	Bari (Italia)	OWEMES 2017	Seminario / Marina offshore
Del 17/10 al 19/10 de 2017	Lima (Perú)	TOC Americas	Congreso-networking / Container supply chain
Del 23/10 al 28/10 de 2017	Bellevue (USA)	SNAME Maritime Convention	Feria / Naval-marítimo
Del 24/10 al 27/10 de 2017	Busan (Corea del Sur)	Kormarine	Feria / Naval, offshore, Marítimo
Del 25/10 al 26/10 de 2017	Nantes (Francia)	Ocean Energy Europe	Congreso y pequeña feria / Marina offshore
Del 28/10 al 05/11 de 2017	Hamburgo (Alemania)	58th Hamburg International Boat Show	Feria / Náutica-pesca
Del 28/10 al 05/11 de 2017	Hamburgo (Alemania)	Hanseboot	Feria / Naval
Del 01/11 al 05/11 de 2017	Valencia (España)	Valencia Boat Show 2017	Feria / Náutica
Del 06/11 al 09/11 de 2017	Punta del Este (Uruguay)	Congreso Latinoamericano de Puertos	Congreso / Portuario
Del 07/11 al 10/11 de 2017	Rotterdam (Holanda)	Europort 2017	Feria / Tecnología marítima
Del 08/11 al 10/11 de 2017	Lima (Perú)	Expopesca y Acuiperú	Feria / Pesca y Acuicultura
Del 13/11 al 14/11 de 2017	Oslo (Noruega)	Offshore Vessel Connect Europe	Feria / Offshore
Del 13/11 al 16/11 de 2017	Abu Dhabi (EAU)	ADIPEC, Offshore & Marine Conference	Feria-Congreso / Oil and gas
Del 14/11 al 16/11 de 2017	Amsterdam (Holanda)	Marine Equipment Trade Show 2017	Feria / Náutica; megayates
Del 17/11 al 19/11 de 2017	Lodz (Polonia)	Poland Boat Show	Feria / Náutica
Del 23/11 al 27/11 de 2017	Atenas (Grecia)	Athens International Boat Show 2017	Feria / Náutica
Del 28/11 al 30/11 de 2017	Amsterdam (Holanda)	WindEurope Conference & Exhibition 2017	Feria / Eólica offshore
Del 29/11 al 01/12 de 2017	New Orleans (USA)	International Work Boat Show	Feria / Naval
Del 29/11 al 30/12 de 2017	Hamburgo (Alemania)	Tank Storage Germany	Feria / Tanques
Del 02/12 al 10/12 de 2017	París (Francia)	Salon Nautique Paris 2017	Feria / Náutica
Del 05/12 al 08/12 de 2017	Shanghai (China)	Marintec China 2017	Feria / Naval
Del 05/12 al 06/12 de 2017	Durban (Sudáfrica)	TOC Africa	Congreso, feria / Naval-marítimo
Del 12/12 al 14/12 de 2017	Kish Island (Irán)	IRANIMEX 2017	Feria / Naval
Del 08/01 al 10/01 de 2018	Florida (USA)	Electric and Hybrid Marine World Expo 2018	Feria / Propulsión eléctrica y marina
Del 10/01 al 14/01 de 2018	Londres (Reino Unido)	London Boat Show	Feria / Naval
Del 24/02 al 03/03 de 2018	Roma (Italia)	Boat Show Roma	Feria
Del 02/03 al 11/03 de 2018	Stockholm (Suecia)	Stockholm international boat show	Feria / Leisure activities(boat and aquatic)
Del 05/03 al 08/03 de 2018	Miami (USA)	Seatrade Cruise Global	Feria / Naval
Del 14/03 al 16/03 de 2018	Singapur (Singapur)	APM Asia Pacific Maritime Singapur	Feria / Naval Offshore
Del 13/03 al 15/03 de 2018	Londres (Reino Unido)	Oceanology International 2018	Feria/Oceanografía e ingeniería oceanográfica
Del 14/03 al 16/03 de 2018	Singapur (Singapur)	APM 2018	Feria / Naval, marítimo, offshore
Del 14/03 al 17/03 de 2018	Augsburg (Alemania)	Grindtec	Feria / Tecnología de mecanizados
Del 20/03 al 23/03 de 2018	Kuala Lumpur (Malasia)	OTC Asia 2018	Congreso / Tecnología offshore
Del 10/04 al 12/04 de 2018	Birmingham (Reino Unido)	European Offshore Energy Exhibition 2018	Feria / Energía offshore
Del 11/04 al 13/04 de 2018	Tokio (Japón)	Sea Japan 2018	Feria / Naval
Del 22/04 al 28/04 de 2018	Singapur (Singapur)	Singapore Maritime Week 2018	Naval y Offshore
Del 30/04 al 03/05 de 2018	Houston (USA)	Offshore Technology Conference 2018	Feria / Naval y Offshore
Del -/05 al -/05 de 2018	Nanjing (China)	CIMPS. China International Marine, Ports & Shipbuilding Fair	Feria / Naval, puertos, marítimo
Del 22/05 al 24/05 de 2018	Vigo (España)	Navalia 2018	Feria / Naval
Del 24/05 al 27/05 de 2018	Seul (Corea del Sur)	KIBS Korean International Boat Show	Feria / Naval
Del 04/06 al 08/06 de 2018	Atenas (Grecia)	Posidonia	Feria / Transporte marítimo
Del 25/06 al 29/06 de 2018	Marsella (Francia)	ITS 2018. Tugs, Salvage and OSV Convention and Exhibition	Feria / Remolcadores, Salvamento, Offshore
Del 27/08 al 30/08 de 2018	Stavanger (Noruega)	ONS-Offshore Northern Seas 2018	Feria / Offshore
Del 04/09 al 07/09 de 2018	Hamburgo (Alemania)	SMM- The leading international maritime trade fair	Feria / Naval
Del 25/09 al 28/09 de 2018	Hamburgo (Alemania)	Wind Energy Hamburg	Feria / Eólica- eólica offshore
Del 01/10 al 01/10 de 2018	Mazatlán (México)	ENMAR	Feria / Naval
Del 04/10 al 06/10 de 2018	Asunción (Paraguay)	Navegistic	Feria / Naval
Del 24/10 al 26/10 de 2018	Dalian (China)	ShipTec China 2018	Feria / Naval y Offshore
Del 29/10 al 31/10 de 2018	Dubai (EAU)	Sea trade Maritime Middle East	Feria / Naval
Del 04/12 al 07/12 de 2018	Viña del Mar (Chile)	Expo Naval 2018	Feria / Naval y defensa
Del 05/12 al 07/12 de 2018	Guangzhou (China)	INMEX China 2018	Feria / Naval
Del 04/12 al 06/12 de 2018	Marina Bay Sands (Singapur)	OSEA 2018. International Oil & Gas Industry Exhibition and Conference	Feria y congreso / Oil and gas
Del 27/03 al 29/03 de 2019	Ho Chi Min City (Vietnam)	INMEX Vietnam 2019	Feria / Naval Offshore
Del 09/04 al 11/04 de 2019	Marina Bay Sands (Singapur)	Sea Asia Singapore	Feria / Offshore

## “El modelo clúster es el camino en el asociacionismo”



### Juan Andrés Rodríguez Díaz Gerente de Camuyde

☞ **Y en todos estos años les habrá tocado adaptarse a muchos cambios...**

*Sí, fuimos una empresa muy focalizada en el sector naval y fuertemente vinculada a los astilleros de la ría de Ferrol, con una pequeña parte del negocio orientada hacia otros sectores. Esta dependencia ha sido un problema en los últimos años, al caer con fuerza la actividad naval en la comarca. Hemos tenido que hacer un gran esfuerzo para desarrollar una labor comercial que antes no se hacía y que poco a poco ya está dando sus frutos, tanto con la ampliación de nuestra cartera de clientes dentro del sector naval como diversificando nuestra actividad hacia otros sectores. Estamos apostando también por la apertura de nuevos mercados internacionales acudiendo a ferias del sector. Acabamos de asistir, por ejemplo, a la Pacific Maritime Exhibition en Australia, país en el que ya venimos trabajando desde el año 2010.*

☞ **¿Cuál ha sido su experiencia en el mercado australiano?**

*Buena, a raíz de los contratos de Navantia con Australia, empezamos a trabajar con los astilleros australianos, participando en la construcción de los ALHD's y los AWD's. A día de hoy sigue habiendo actividad, aunque cada vez menos, porque los proyectos están muy avanzados.*

☞ **¿Qué perspectivas tienen para los próximos años?**

*Hay expectativas de que la actividad en el sector naval de la ría de Ferrol aumente en los próximos años gracias a los proyectos que se están realizando, como es el caso de los AOR*

*para Australia, y los que se prevén en el futuro, como las ansiadas F-110. En todo caso, vamos a seguir apostando muy fuerte por la ampliación de nuestra cartera de clientes en el naval y en otros sectores, así como en la internacionalización.*

**«Hay expectativas de que la actividad en el sector naval de la ría de Ferrol aumente en los próximos años»**

☞ **Son ustedes socios de Aclunaga desde el principio, ¿cómo evalúan la experiencia?**

*Sí, estamos desde los inicios, al igual que en el Clúster de la Madera, y siempre ha sido una experiencia muy positiva. Creemos en el asociacionismo y vemos que el modelo clúster es el camino. Soy pro-clúster. Es muy importante tener un foro, compartir ideas y experiencias con otras empresas. Pienso que a veces estamos muy aislados y que la cultura clúster debería estar más enraizada. El clúster es el camino para unir.*

☞ **¿Cuál diría que es el punto fuerte de Camuyde?**

*La capacidad de adaptación. No somos una empresa de catálogo, nos adaptamos a las necesidades del cliente. En los últimos tres años lo hemos puesto en práctica trabajando para otros sectores diferentes del naval, haciendo por ejemplo decoración, locales comerciales, de hostelería, decoración... Siempre aprovechando nuestra experiencia en el naval, un sector muy exigente.*

☞ **Camuyde es una empresa con 42 años de trayectoria. ¿Cómo fueron los orígenes?**

*Camuyde se fundó en 1975, con una actividad muy centrada en los astilleros de la ría de Ferrol. La crearon varios socios, uno de ellos mi padre. Hoy en día somos dos administradores, mi primo Alberto Rodríguez, encargado de las tareas de producción, y yo, con la gerencia.*

☞ **¿Cuáles son sus ramas de actividad?**

*Las primeras instalaciones fueron un taller de carpintería de madera, fundamentalmente para la industria naval. A la vez se desarrollaban trabajos de calderería y tubería en buques. A principios de los noventa se ampliaron las instalaciones para crear un taller de calderería. Hoy en día nuestro centro de trabajo, que sigue en el mismo polígono de As Lagoas-Narón, tiene dos áreas de negocio muy marcadas, madera y metal. Además, somos agente oficial Survitec-Zodiac para la venta y revisión de sus balsas salvavidas y Service Center de Zodiac Milpro.*

**GMT**  
by ACLUNAGA