

Dificultades para la navegabilidad de gaseros cargados con GNL, con destino a regasificadoras situadas en el interior de bahías o ríos con entradas limitadas por calado, corrientes, viento y canales estrechos y sinuosos.

Autores: **J. Carlos Alvarez, J. A. Fraguela, L. Carral,**

Univ. La Coruña, Escuela Politécnica Superior, Campus de Esteiro, Ferrol, e-mail: carlos.alvarez@udc.es ; jafaguela@udc.es ; lcarral@cdf.udc.es

Resumen

Las regasificadoras de gas natural licuado (GNL) necesitan un suministro periódico de gaseros cargados, que permita asegurarla producción contratada, a la vez que mantenga los niveles de stocks mínimos para cubrir la demanda estacional, que son fijados por el gestor del sistema gasístico.

Además, por requisitos de seguridad técnicos, debe mantener el nivel de los tanques por encima de un mínimo que permita relicuar el gas generado por boil-off. Esto permite mantener la presión en el interior de los tanques almacén por debajo de la presión máxima de diseño, sin necesidad de emitir metano a la atmósfera (antiecológico) o verse obligados a quemar el exceso de gas (antieconómico).

El plan de descargas se prevé dentro de planes anual, mensual y diario de descargas.

Si por los condicionantes de la ubicación de la planta la descarga de gaseros no se puede realizar en el día previsto, se puede llegar a situaciones de desabastecimiento de la demanda o en casos límite, a que los niveles en tanques alcancen valores por debajo del límite de seguridad técnico.

Además, para disminuir el riesgo de efecto dominó, deben cumplir requisitos de alejamiento del buque de la planta, en caso de emergencia, en cualquier momento de la descarga, que se puede ver comprometida por las condiciones de marea y/o meteorológicas del puerto de acceso a la planta.

La evolución natural hacia transportes de mayor tamaño, tipo Q-flex y Q-Max, con capacidades de hasta el doble de los que se usan en la actualidad, provocarían más problemas con las limitaciones expuestas. Esto lleva a pensar en las plantas regasificadoras a flote como la posibilidad más adecuada en un futuro no muy lejano.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y EXTRACTO DE NORMATIVA APLICABLE
2. CONDICIONANTES A TENER EN CUENTA
3. FOTOS Y CARTAS NÁUTICAS DE LOS PUERTOS
4. HISTORICO DE INCIDENCIAS EN UNA PLANTA
5. CONCLUSIONES
6. REFERENCIAS

1. INTRODUCCIÓN, EXTRACTO DE NORMATIVA APLICABLE

En este trabajo se estudian los requisitos de navegabilidad y en concreto de cumplimiento de las normas aplicables en los puertos españoles donde existen o está proyectado instalar plantas de regasificación de gas natural licuado. Se estudia la situación del muelle de la terminal dentro del puerto, ancho del canal de acceso, distancia necesaria para alcanzar aguas profundas y maniobras que es necesario realizar.

Para realizar este informe se han consultado las normas de obligado cumplimiento para la maniobra de gaseros, examinado las cartas marinas de cada puerto, Se han extraído imágenes del programa de pública difusión Google Earth y datos sobre gaseros en la base de datos ClarksonRegister.

1.1.- La norma UNE-EN 1532 (Ref.1) contempla los requisitos que deben de cumplir tanto el buque como la terminal. De ocupa de las relaciones entre la planta y los buques que en ella descargan. En su introducción expresa la filosofía de la misma: *“Con el fin de establecer las mejores condiciones posibles para la seguridad durante la descarga entre el buque y tierra, esta norma resulta necesaria para que se armonicen al máximo los distintos requisitos por parte del buque y del terminal”*. Queda claro que la motivación y el fin que persigue es buscar la mayor seguridad de la operación. Para eso, esta norma tiene en cuenta, entre otras, de las publicaciones de la Asociación Internacional de Buques Cisterna de Gas y Operadores de Terminales (SGITTO), del Foro Marino Internacional de las Empresas Petrolíferas (OCIMF) y de la Organización Marítima Internacional (IMO), que más adelante se comentarán.

Los riesgos asociados a la descarga del gas natural licuado (Ref. 2) están relacionados fundamentalmente con: enfriamiento, calentamiento, purgado y drenaje de los brazos de carga/descarga, exceso de llenado de los tanques, sobrepresión de los tanques; condiciones del medio ambiente (estado de la mar, movimiento de las mareas, condiciones sísmicas) y otros riesgos (contacto con el muelle de atraque, colisión con otro buque o con el muelle, rotura de los cabos de

amarre, incendio en el terminal o alrededores y los movimientos del buque de GNL, por efecto de succión por el paso cercano de otros buques).

Así como la norma UNE-EN 1473 (Ref. 2) se ocupa de cómo se deben diseñar las instalaciones y equipos de las instalaciones terrestres para gas natural licuado, la EN 1532 (Ref. 1) se ocupa de las relaciones entre la planta y los buques que en ella descargan, porque no tiene sentido buscar la mayor seguridad para la planta olvidando que su funcionamiento implica necesariamente un tráfico continuo de buques gaseiros desde los yacimientos hasta las instalaciones de almacenamiento y regasificación. Así tiene sentido asegurar la maniobra de acercamiento del buque a la terminal, la maniobra de atraque, amarre y descarga y -sobre todo- la posibilidad de desatracar rápidamente y alejar el buque de la planta en el menor tiempo posible, en caso de accidente, para evitar el posible efecto dominó entre las instalaciones en tierra y el buque cargado.

Por eso esta norma impone determinadas exigencias tanto a los sistemas de maniobra de carga y descarga, como al tipo de sistemas de maniobra (del tipo zafado rápido con mando a distancia centralizado) así como asegurar que el buque pueda desatracar y zarpar por sus propios medios y exigencias de determinados calados en la zona de atraque y espacios existentes hasta alcanzar mar abierto.

Con este criterio exige que el sistema de descarga como el sistema de amarre sean seguros pero que permitan el cierre del flujo de gas y la desconexión de los brazos en el tiempo mínimo admisible por las condiciones de manejo del gas en estado líquido a muy baja temperatura y el posterior disparo rápido de todas las amarras, dejando el buque libre para alejarse de la terminal y hacerse a la mar. Así, en su apartado 7.2.5 dice: *“El buque debería estar amarrado con seguridad, pero también de tal manera que pueda zarpar en el tiempo más breve posible. La zona de amarre debe tener el calado suficiente para poder asegurar suficiente profundidad de agua debajo de la quilla en cualquier estado de la marea”*. Y en el apartado 7.3 dice: *“Para permitir que el buque pueda salir rápidamente y de la manera más segura, todas las conexiones entre el buque y tierra deberían estar equipadas con sistemas de desconexión rápida”*. Conviene aquí recordar que, en

el argot marino, “zarpar” no significa solo desatracar, sino alcanzar aguas libres para la navegación.

En otro apartado, el 9.2.1 se manifiesta sobre el emplazamiento del muelle de atraque que deberá tener en cuenta lo siguiente: *“deberá tener espacio libre para el buque con el fin de que pueda abandonar el muelle sin ayuda ajena”*. Esto implica que pueda salir sin la ayuda de remolcadores.

También, hay que tener en cuenta *“el estado del fondo marino y del subsuelo y las dimensiones de los buques que vayan a recibirse”*. Esto condiciona el margen de seguridad que es necesario mantener por debajo de la quilla.

1.2.- Por otro lado, en la introducción de la norma UNE-EN 1532, se indica que se tienen en cuenta las publicaciones de la **SGITTO** (Asociación de Navieros y Operadores de Terminales de GNL).

También, el grupo **GTE** - Gas transmissionEurope - perteneciente a la organización **GIE** - Gas InfrastructureEurope - que asocia a 57 empresas gasistas de 27 países europeos en su reglamento sobre el control de buques gaseros en terminales de descarga denominado SHIP APPROVAL PROCEDURE de fecha 29 de junio de 2004 requiere la aplicación expresa del documento de SIGTTO (**Ref. 5**), que impone las siguientes condiciones para el tamaño de buques de 130.000 m³ que pueden operar en la mayor parte de las plantas españolas:

- ***Las profundidades de las rías navegables serán generalmente no menores de 13 metros bajo la línea de datos de batimetría.*** (Se verá que en zonas del canal de Ferrol la profundidad es de solamente 11 m).

- ***El huelgo libre bajo la quilla será establecido de acuerdo al tipo del suelo marino puede ser entre 1.2 y 2.3 metros, según se tome el 10% del puntal para buque normal o el 20% si el gasero se considera “especial”. (En el caso de Ferrol el fondo es rocoso)***

- **El ancho del canal será sobre cinco (5) veces la manga del gasero, aproximadamente 250 metros** (En zonas del canal de Ferrol, el ancho es menor de 190 m. para el calado requerido)

- **Canales de aproximación cortos son preferibles a los de largo recorrido los cuales conducen a mayores peligros.** (El canal de Ferrol tiene 4'5 km de largo, es estrecho y tortuoso, lo que obliga a efectuar varios cambios de rumbo).

- **En la zona de aproximación y cubriendo varias millas serán establecidos esquemas de separación de tráfico marítimo.** (La zona de entrada a la ría pasa por el mismo puerto exterior de Ferrol paralizando el tráfico de barcos y provocando un claro perjuicio a su operatividad)

1.3.- De la misma manera, la organización internacional **IGU** (Internacional Gas Unión) que engloba a 97 empresas gasistas cita en su publicación de (**Ref. 6**) y en "**Selección del lugar**", punto 4.7.2, se lee lo siguiente:

- "Se tendrá en cuenta la publicación de SIGTTO titulada "Site Selection and Design for LNG Ports and Jetties" (Selección y Diseño del lugar para terminales y puertos para GNL)," (ya citado en 1.2).

- "Se tendrán en cuenta las condiciones medio ambientales de la zona y la posible evacuación del buque en caso de emergencia. El Terminal estará orientado de forma tal que el buque pueda abandonarlo con un mínimo de asistencia y orientando el buque hacia la entrada del puerto o hacia el mar **para facilitarle una ruta rápida a mar abierto**".

1.4.- En la autorización de construcción de una planta regasificadora (**Ref. 7**), contempla una serie de condicionados en función de las características propias de cada puerto. En el caso de la planta en el interior de la ría de Ferrol, aparecen requisitos para la maniobra, diciendo: "...deberá contarse con los siguientes remolcadores mínimo: Dos (2) remolcadores ASD de 60 toneladas y Dos (2) remolcadores de propulsión convencional de 45 toneladas". Exigencia concordante con otras recomendaciones europeas para aumentar la seguridad en

las maniobras con buques gaseros pero incompatible con el cumplimiento de la norma UNE- EN 1532.

En efecto, al exigir la necesidad de mayor número y capacidad de remolcadores por las dificultades propias del canal de acceso a la ría de Ferrol, está confirmando que el buque no puede maniobrar y salir por sus propios medios y por tanto contradice lo exigido en la norma UNE-EN 1532.

1.5.-El Ministerio de Fomento español tiene aprobados los “Criterios de Navegación y Remolque para el Puerto y ría de Ferrol” (Ref. 3) que afectan a todos los mercantes que necesiten acceder a la zona I o interior de aguas portuarias. Quedan excluidos del cumplimiento los buques militares de la Armada Española por contar con medios propios y protocolos específicos.

Para el caso de buques gaseros cargados con GNL, el Ministerio de Fomento ha preparado otros criterios específicos, más restrictivos por el riesgo inherente al tipo de carga, y recogidos en las “Normas de Seguridad para la entrada, atraque, desatraque y salida de grandes buques gaseros en la Ria de Ferrol” (Ref. 4) Las condiciones más destacadas respecto a las comunes a otros buques son:

"El acceso se efectuará siempre con luz diurna y con una visibilidad de al menos 1.200 m y un resguardo bajo la quilla de al menos, 12% y, siempre, en las condiciones de mar y viento establecidas, para este tipo de buques, en el estudio efectuado por el organismo CEDEX, dependiente del Ministerio de Fomento, actualmente con un límite de vientos de hasta 15 nudos de media."...

"La maniobra de entrada y salida se efectuarán con dos prácticos a bordo"

"No se permitirá el cruce de un gasero cargado con cualquier otro buque sin excepción de porte o clase"

Sobre calados y margen de agua bajo la quilla: *"además de los estipulados en los criterios de navegación, y un resguardo de agua bajo la quilla de al menos, 12%"...*

Sobre remolcadores a la entrada: *"Una hora antes de la pleamar diurna y con anterioridad a la llegada del buque a la zona de embarque de los prácticos"*

estarán...2 remolcadores de 50 t efectivas de tracción a punto fijo, de propulsión especial; Azimutal Stern Drive (ASD), o Voith Schneider, que amarrarán a popa del buque donde le asistirán en la maniobra de entrada”...

"Antes de la baliza del Segaña, se tomarán 2 remolcadores a proa del buque"...

“Los cuatro remolcadores acompañarán y asistirán al buque durante toda la navegación por el canal de acceso y hasta su atraque en el muelle”...

A la salida: *“Las maniobras de desatraque y salida se realizarán con la misma composición de remolcadores que en la entrada y el reviro del buque.”...*

Así, al exigir las operaciones diurnas, la necesidad de 4 remolcadores y duplicidad de práctico a bordo está confirmando que por las dificultades propias del canal de acceso a la ría de Ferrol, el buque no puede maniobrar y salir por sus propios medios y menos en cualquier momento de la marea. La decisión de estos requisitos fueron como consecuencia de diferentes estudios realizados de navegabilidad (Ref. 8, 9, 10, 11, 12, 13).

2. CONDICIONANTES A TENER EN CUENTA

2.1 Por la duración de la descarga.-

Aun disponiendo de 3 brazos de descarga más un cuarto para recircular el gas generado en la maniobra, la descarga de un gasero de 135.000 m³, hace que ésta se prolongue durante unas 12 horas o más.

2.2.- Por las dimensiones de gaseros

En general, los gaseros que están llegando actualmente a las terminales españolas son de una capacidad de hasta 140.000 m³, con una eslora de hasta 280 m, manga de 45 m y calado de 11.4 m.

Con este calado y el margen de seguridad fijado por las normas del punto 1.2, para un tránsito que no supere el índice de riesgo máximo admitido según los criterios de las “Recomendaciones para obras marítimas” (ROM) 3.1-99 de E_{MAX}=

0,15 (esto es, una probabilidad de un 15% de que se produzca un accidente en los 25 años de concesión de funcionamiento de la planta), es necesario un calado en el canal de salida de 12.77 m, valores que se pueden no dar en todos los momentos de la marea, dependiendo de las características específicas de cada puerto.

2.3.- Por la influencia de la marea en el calado disponible.-

Las variaciones en altura de las mareas dependen fundamentalmente del efecto combinado de la posición de la Luna respecto a la Tierra (periodos de unos 28 días) y de la Tierra respecto al Sol (periodo anual), siendo -por tanto- diferentes para cada día y época del año. Esto provoca que a lo largo de un día tengamos una sucesión alternada de dos mareas altas y dos bajas.

También varían con la situación geográfica. Así, en mares parcialmente cerrados como el Mediterráneo, la limitación que supone el estrecho de Gibraltar al intercambio de agua con el océano, hace que la oscilación de la marea sea mucho menor que en costas unidas directamente al océano. Así en la costa del levante español la oscilación máxima de la marea es inferior a 1 m, mientras que en la costa atlántica y cantábrica puede llegar a superar los 4.5 m, como es el caso de Bilbao o Ferrol.

En el tiempo de descarga necesario de 12 horas la marea ha estado variando el calado en el entorno del buque, de modo que en algo más de 6 horas ha variado desde un calado máximo a uno mínimo. Dependiendo de la situación de la terminal de gas, el buque podrá o no abandonar el muelle y alejarse de la terminal, dependiendo de si, en algún momento de la descarga, el calado en el canal de salida hasta mar abierto es inferior al del buque, más el margen de seguridad ya comentado en 1.3 en función del tipo de fondo y buque.

Otro aspecto a tener en cuenta, es que la exigencia de tener que realizar la maniobra de entrada o salida durante la marea alta diurna, hace que en algunas épocas del año, por las horas de sol disponibles, las dos mareas altas coincidan en horas nocturnas. Por ejemplo en meses como enero, con 8 horas de luz solar, los días en que las mareas coinciden entre las 6 y 7 de la mañana (la siguiente

marea alta entre las 18 y 19 h), coincidentes ambas en horas nocturnas, imposibilitando una maniobra segura.

2.4 Influencia de la corriente de marea en la maniobrabilidad

Si el puerto está en el interior de una ría o bahía y el canal de acceso es estrecho, a las limitaciones de calado se suma el efecto negativo de la presencia de corrientes -debidas al flujo de agua de las mareas- sobre la efectividad del timón, y por tanto, sobre la maniobrabilidad efectiva del buque.

Así, son más desfavorables los momentos en que la corriente lleva el mismo sentido que la velocidad del buque porque disminuye la velocidad relativa del agua respecto al timón, haciéndolo menos eficaz, hasta incluso llegar a inutilizarlo si se igualan las dos velocidades.

Esta influencia es lo que hace que en las conclusiones del estudio del posible dragado de la ría de Ferrol (Ref. 14) se diga que, si se realizase el dragado a la cota de 11,5 m, los buques no tendrían condicionante por el calado pero seguirían teniendo limitada su salida en el periodo comprendido entre 2 y 5 horas después de la pleamar, que es cuando la corriente saliente es más fuerte.

En el caso de la ría de Ferrol, la corriente de marea alcanza los 2,4 nudos en algunos puntos del canal, como en la Punta del Vispón (Ref. 15).

3 .- FOTOS Y CARTAS NÁUTICAS DE LOS PUERTOS

Los puertos incluidos en este trabajo son aquellos que ya tienen en funcionamiento, están instalando o se instalarán a corto plazo plantas de regasificación de gas natural licuado. Estos son los puertos de: Barcelona, Bilbao, Sagunto, Cartagena, Huelva y Mugaros (en la ría de Ferrol). Del de Gijón todavía no se dan datos porque todavía se está construyendo el puerto exterior donde irá ubicada la planta.

En las hojas siguientes se facilita para cada puerto: una foto aérea obtenida con un programa de acceso público (Ref. 16) indicando el ancho del canal de acceso con calado suficiente hasta la terminal de regasificación y un extracto de la carta

náutica correspondiente, obtenidas con las cartas digitales (Ref. 17), para información de calados, rumbos de navegación, ayudas a la navegación y condiciones del canal de entrada, cuando exista como tal.

Las cartas náuticas nos dan los datos de los calados en marea baja equinoccial, esto es la más baja que se puede dar dentro de un periodo de un año, marcando con líneas los puntos de igual profundidad (batimétricas). Estas cartas digitalizadas también proporcionan una escala de longitudes para poder tomar sobre ellas las medidas del largo y ancho de un canal de entrada.

A los efectos de medir estos anchos, se entiende por canal el espacio entre puntos que tengan la profundidad adecuada al calado del buque más el margen necesario en función de tipo de fondo. Para fondos rocosos es del 12 %, como está fijado en el puerto de Ferrol. En fondos arenosos este margen puede ser inferior.

Así, para Barcelona, y con datos de la Autoridad Portuaria, el calado en el muelle de gaseros es de 13 m y 16 m en el canal. En Bilbao la carta da unos datos de más de 20 m desde el pantalán de gaseros y la bahía es de gran amplitud y fácil acceso. Según datos de la Autoridad Portuaria de Valencia, en Sagunto el canal dragado es de 12 m de profundidad. En Cartagena el atraque está prácticamente fuera del espigón y con calados superiores a 17 m. En Huelva, el canal –que es el más largo- es la desembocadura de los ríos Tinto y Odiel que se mantiene dragada y presenta dos tramos rectos con un cambio de dirección de 44°. Su Autoridad Portuaria da unos datos de calado en toda su longitud y con la marea más baja del año de 11.9 m, con fondos de arena (sand). El canal de acceso a la ría de Ferrol, sinuoso y estrecho, implica realizar varios cambios de rumbo, con grandes limitaciones por lo estrecho de algunos tramos y calados de escasos 11.1 m en algún punto. Además el fondo rocoso no deja mucho margen de seguridad ante un posible embarrancamiento, que podría ocasionar daños en el casco del buque con el riesgo añadido.

NOTA aplicable a las fotos y cartas náuticas (en hojas siguientes)

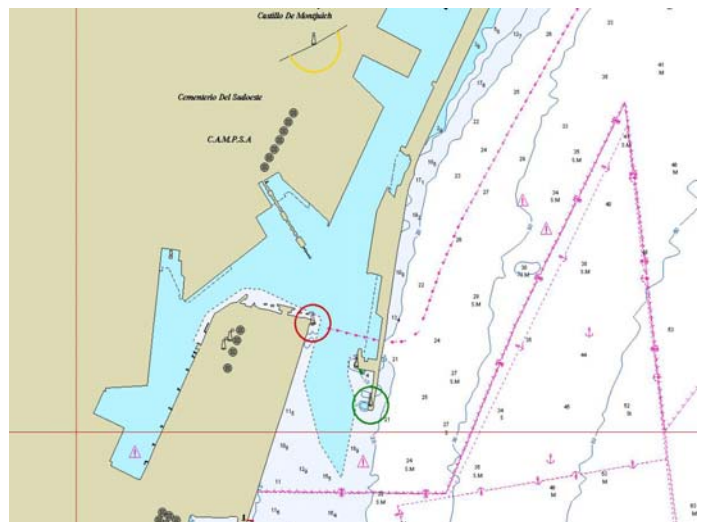
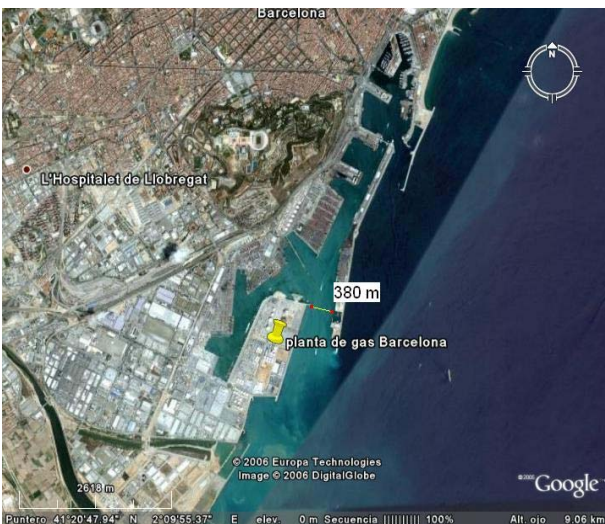
Algunas de las fotos o cartas náuticas disponibles no se corresponden exactamente con el estado actual de los puertos bien por estar en obras en aquel momento o por haberlas terminado recientemente. Algunas fotos son de hace cuatro años.

Así en Bilbao en la foto no aparece el lado Oeste del espigón, solo se indica sobre la foto con una raya blanca aproximada.

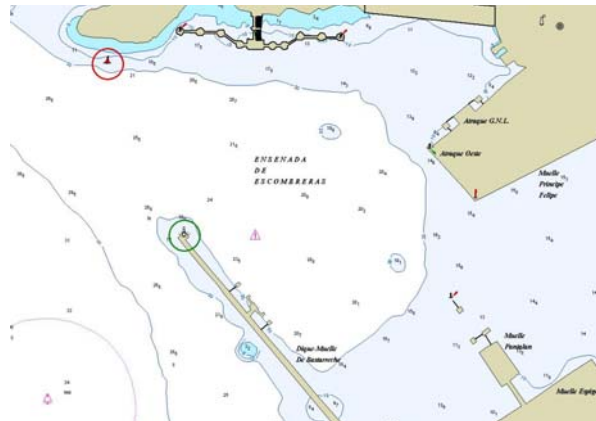
En Sagunto, en la carta náutica no aparece todavía el pantalán de gaseros, ni parte del relleno del puerto, así como el dragado definitivo de toda la dársena hasta 12 m.

En Cartagena en la carta náutica no aparece el segundo dique de abrigo.

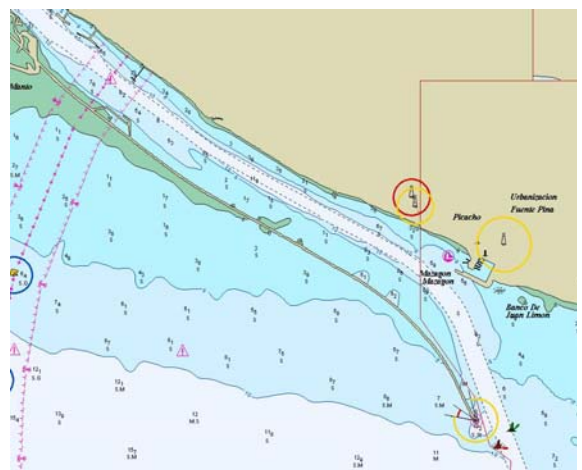
Puerto de Barcelona



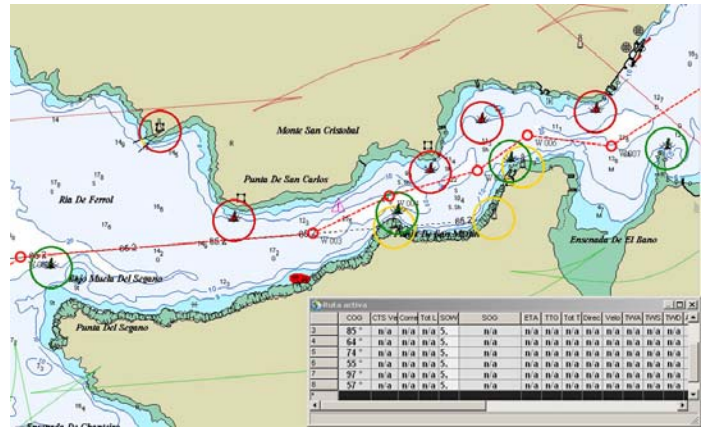
Puerto de Cartagena



Puerto de Huelva



Puerto de Ferrol



4.- CONCLUSIONES

4.1.- A partir de los datos del apartado 3, se construye una tabla comparativa entre los diferentes puertos. Por su calado y anchura, todos estos puertos, excepto el de Ferrol, permiten la salida de emergencia de un gasero por sus propios medios. Destaca el caso de la ría de Ferrol, por su estrechez, lo sinuoso de su recorrido y su calado extremadamente justo, que solo permite la salida de emergencia en las horas próximas a la marea alta diurna y esto auxiliado en todo momento por dos prácticos y cuatro remolcadores, ya que las normas de navegación del puerto de Ferrol (Ref. 4) así lo exigen por las limitaciones de calado, corrientes existentes y los continuos cambios de rumbo que es necesario hacer, imposibles de realizar por sus propios medios.

PUERTO	Nº de cambios de rumbo necesarios para salir a alta mar desde el atraque	Cambio de rumbo necesario (estimados sobre carta) *	Ancho del canal de acceso (m)	Largo (m) del canal hasta aguas libres: calado>15 m	Observaciones
Barcelona	1	82°	380	0	Canal recto profundidad 16 m
Bilbao	1	22°	No existe como tal	0	Mucha amplitud y calado superior a 20 m desde el atraque
Sagunto	1	146°	450	1300	Canal rectocalado constante de 12 m
Cartagena	1	26°	420	130	La salida más directa Calados superiores a 17 m
Huelva	1	44°	194 entre boyas	7500+3200	Canal recto en dos tramos. Dragado de calado constante >11.9 m Fondo arenoso
Mugardos (Ferrol)	5	21°; 10°; 19° ; 42° y 40°	180	4500	Canal sinuoso. Fondo rocoso y calado variable y escaso. Hay puntos de 11 m

(*) Los cambios de rumbo indicados son aproximados porque dependen también de la estrategia de maniobra realizada

4.2.-HISTÓRICO DE INCIDENCIAS EN UNA PLANTA

Se aportan datos reales de las operaciones de gaseros con destino a la planta de regasificación ubicada en el interior de la ría de Ferrol.

Desde que comenzó su actividad en noviembre de 2007, han descargado un total de 85 buques gaseros (hasta 21 febrero 2011).

De estos, 24 no han entrado el día previsto, retrasando su entrada uno o más días por sobrepasarse el límite de viento de 15 KN exigido en las Normas de Seguridad del Puerto de Ferrol (Ref.4) en la mayor parte de los casos.

En otros, el condicionante fue el mar de fondo existente en la zona donde deben embarcar los prácticos, por fuera de la protección del dique del puerto exterior.

Esto supone que 1 de cada 3,5 gaseros tiene dificultades para la libre entrada al puerto interior, lo que representa un impacto alto en la actividad.

Las presiones mediáticas que sin duda existen por las necesidades de continuidad de la producción o requisitos de seguridad técnica de la planta hace que algunas veces se obvian los valores límites admisibles para viento y /o la zona de embarque de prácticos o el lugar de la toma de remolque, aumentando innecesariamente el riesgo de la maniobra y por tanto para los habitantes de las riberas de la ría de Ferrol.

4.3.- ALTERNATIVAS DE REGASIFICACIÓN A FLOTE

Además de las dificultades que los gaseros pueden encontrar para su maniobra de entrada/salida a determinados puertos que ya se han comentado, se añade el hecho de que en muchos casos las ciudades crezcan y se desarrollen, alrededor de las zonas portuarias, haciendo que las áreas limítrofes a los puertos sean zonas altamente pobladas.

Una de las posibles actividades relacionadas con el puerto es la regasificación de GNL. Esta actividad tiene condicionada su ubicación por diferentes leyes (Ref.18 y Ref.19) que implican unos determinados requisitos de alejamiento de zonas pobladas con el fin de alejar los riesgos de la población colindante.

Por estos dos motivos, cada vez es más difícil encontrar espacios adecuados para la instalación de futuras plantas de regasificación y se hace necesario buscar otras alternativas.

En la actualidad en el mundo hay más de 12 terminales offshore. Unas funcionando y otras terminando su construcción.

Su funcionamiento es sencillo. Por un lado el gasero se fija en un sistema de fondeo fijo. Después se conecta al gasoducto submarino mediante una tubería flexible que se acopla por el fondo del buque. El buque permanece fondeado hasta que agota su contenido. Se desacopla y deja el sitio libre para otro.

Para garantizar la continuidad de suministro es conveniente que tenga capacidad para conectar dos buques a la vez. Así, mientras uno se desconecta el suministro está garantizado por el otro.

Una de las ventajas es que pueden situarse en puntos alejados de la costa, con el único condicionante de que el sistema de fondeo pueda mantenerlo conectado independientemente de las condiciones de mar y viento. Las terminales diseñadas para zonas de mayor calado, desde 50 m hasta 700 m, pueden conectar y desconectar el buque con olas de hasta 4 m y regasificar con olas de hasta 11 m. Un ejemplo es la EnergyBridge en Louisiana, con fondo de 680 m [Ref.20].

Tanto flora como fauna son sensibles a la disminución de temperatura del agua de mar, afectando a su reproducción y crecimiento. Las instalaciones a flote también utilizarían agua de mar para el proceso de regasificación, con un volumen utilizado de unos 13.200 m³/h para una planta de 3,6 bcm anuales (billones de metros cúbicos), provocando que el agua utilizada se devuelva al mar entre 4 °C y 6 °C más fría. Cuanto mayor sea el volumen en el que se vierte esta agua fría, menor será el impacto en el medio. Las instalaciones de regasificación a flote, al estar situadas lejos de la costa hace que el impacto en el medio sea menor que en bahías más cerradas, con menor renovación de agua.

5.- REFERENCIAS

[1] Norma UNE-EN 1532. “Instalaciones y equipos para gas natural licuado. Interfaz entre buque y tierra”

[2] Norma UNE-EN 1473. “instalaciones y equipos para gas natural licuado, diseño de las instalaciones terrestres”

[3] Criterios de Navegación y Remolque. Autoridad Portuaria de Ferrol-San Ciprian (2002)

[4] Normas de Seguridad para la Entrada, Atraque, Desatraque y Salida de Grandes Buques Gaseros en la Ría de Ferrol. Capitanía Marítima de Ferrol-San Ciprián. Mayo 2007

[5] “*Selección y Diseño del lugar para terminales y puertos para GNL*” (Site Selection and Design for LNG Ports and Jetties). **SGITTO** (Asociación de Navieros y Operadores de Terminales de GNL) Boletín nº 14. **ISBN:** 1 85609 129 5

[6] “Safety and Technology Developments in LNG Terminals and Vessels”. **IGU** (Internacional Gas Unión)

[7] Resolución de la Dirección General de Política Energética y Minas del 13 de febrero de 2004 autorizando la construcción de la planta de gas en Mugardos

[8] “Maniobras navales y seguridad para la terminal de GNL de Reganosa en Mugardos (report nº H3935 elaborado por DelfHydraulics y el Centro Náutico de MSCN de MARIN Holanda)”

[9] Estudio del CEDEX “Puerto de Ferrol. Estudio de maniobra de grandes buques gaseros en su acceso a la terminal de GNL de Reganosa en Mugardos”, clave 21-404-9-287, de junio 2005

[10] Informe Técnico del CEDEX para Puertos del estado, de mayo 2006: “Modificación de la composición de remolcadores en el estudio: Puerto de Ferrol.

Estudio de maniobra de grandes buques gaseros en su acceso a la terminal de GNL de Reganosa en Mugaros”

[11] Informe Técnico del CEDEX: “Adenda al estudio Puerto de Ferrol. Estudio de maniobra de grandes buques gaseros en su acceso a la terminal de GNL de Reganosa en Mugaros. Informe único y definitivo”, clave 21-404-9-287 del 20 julio 2006

[12] Informe Técnico del CEDEX, clave 21-407-9-309, de abril 2007

[13] Informe Técnico del CEDEX: “Puerto de Ferrol. Análisis de la flota de metaneros en relación con el acceso a la terminal de reganosa, en Mugaros (Ría de Ferrol” clave 21-408-5-001 (octubre 2008)

[14] “Estudio sobre la necesidad de realizar un dragado del canal de acceso a la terminal de GNL de Reganosa en Mugaros (A Coruña)” Proes Consultores, S.A.(1999)

[15] Datos del Derrotero para la ría y puerto de Ferrol

[16] Software Google Earth[®], de acceso libre por Internet

[17] Software de navegación MAXSEA[®] de Informatique et Mer S.A. (Francia)

[18] Decreto 2414-1961_ Reglamento de Actividades, Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (RAMINP)

[19] Directiva Europea 96/82/EC (Ley SEVESO II) y trasposición española en el R. D. 1254/1999, de 16 de Julio y modif, posteriores RD 119/2005

[20] “Diseño de Terminales Offshore de Regasificación de Gas Natural” Tesis Doctoral Abel Méndez Díaz (2005)