

### PROYECTOS ESPAÑOLES PARA IMPULSAR EL USO DE COMBUSTIBLES MÁS LIMPIOS EN EL TRANSPORTE MARÍTIMO Y EN LOS PUERTOS

# Puertos limpios

JAVIER R. VENTOSA

Contribuir a la descarbonización del transporte marítimo en Europa y a la sostenibilidad ambiental de los puertos son las ambiciosas metas de dos proyectos de innovación comunitarios (CORE LNGas hive y OPS Master Plan for Spanish Ports) que apuestan por el uso de energías alternativas (gas natural licuado y electricidad, respectivamente) para reducir las emisiones contaminantes de los buques. Ambas iniciativas, lideradas por el organismo público Puertos del Estado y desarrolladas por autoridades portuarias y empresas españolas, llevan a cabo estudios y pruebas piloto con nuevas tecnologías con el objetivo final de implantar infraestructuras para el suministro de estos incipientes combustibles marinos en los puertos de interés general.

El transporte marítimo es el modo que menos contamina en términos de milla transportada, pero tiene un impacto notable sobre el medio ambiente que incide directamente en la calidad del aire de los puertos, con frecuencia integrados en ciudades densamente pobladas. Un estudio del proyecto OPS Master Plan sobre el funcionamiento de los motores auxiliares de los buques atracados en puertos españoles durante 2016 cifra las emisiones causadas por la quema de fuelóleo y gasóleo marinos derivados del petróleo en cerca de un millón de toneladas de CO<sub>2</sub>, más de 11.000 toneladas de NO<sub>x</sub>, 500 toneladas de SO<sub>x</sub> y más de 300 toneladas de partículas PM<sub>2,5</sub>, lo que equivaldría en términos medios a la circulación de 30 millones de vehículos. A estas emisiones de gases a la atmósfera se suman las emisiones acústicas causadas por los motores de los buques, con niveles que pueden oscilar entre 90 y 120 decibelios (similar a un martillo neumático). Esta contaminación ambiental es un riesgo potencial para la salud humana y para la calidad de vida de las personas que viven o trabajan en entornos portuarios.

En la lucha por reducir estas emisiones en puertos y contribuir a la descarbonización de rutas marítimas, la normativa internacional es muy restrictiva con los derivados marinos del petróleo —tienen cinco veces más NO<sub>x</sub> y cien veces más SO<sub>x</sub> que el diésel de automoción— y aplica medidas cada vez más severas para limitar su

uso (reducción para 2020 del contenido máximo de SO<sub>x</sub> permitido, zonas de control de emisiones, etc.), al tiempo que la Organización Marítima Internacional (OMI) ha anunciado la reducción al 50% de las emisiones de gases de efecto invernadero de los buques de sus socios para 2050. La presión regulatoria sobre el combustible marino, al igual que ocurre con el gasoil y la gasolina de automoción, está impulsando el uso de energías alternativas en el mar, como el gas natural licuado (GNL) durante la navegación y la electricidad cuando los buques están atracados. Son alternativas más limpias y económicas que ya han demostrado su viabilidad para participar en el proceso de descarbonización del transporte en Europa, objetivo que la UE ha fijado para 2050. La Directiva 2014/94/UE (Clean Power for Transport), traspuesta al ordenamiento español en diciembre de 2016, es un punto de partida hacia ese fin, al obligar a los Estados miembros a adoptar un Marco de Acción Nacional de energías alternativas en el transporte —ya aprobado por España— y a crear en el horizonte de 2025 infraestructuras para suministrar combustibles alternativos que minimicen la dependencia del petróleo y mitiguen el impacto del transporte.

El Ministerio de Fomento, alineado con la política de transporte marítimo de la UE para 2020 establecida en La Valetta en junio de 2017, que fija la descarbonización como un reto prioritario, y en sintonía con la estrategia de la OMI, promueve cada vez más abiertamente el uso

del GNL y la electricidad en los buques, particularmente en los puertos, mediante desarrollos normativos, incentivos fiscales y ayudas a astilleros y armadores. En el campo de la innovación, juega un papel relevante al liderar, a través de Puertos del Estado, los proyectos CORE LNGas hive y OPS Masterplan for Spanish Ports, principales iniciativas españolas de I+D sobre promoción del GNL como combustible marino y de la electrificación de la movilidad por mar, que debido a su potencial verde han sido seleccionadas por la Agencia Europea para la Innovación (INEA) y tienen financiación procedente del fondo Connecting Europe Facility (CEF). Ambos proyectos, que se detallan a continuación, están en ejecución y se espera que contribuyan a mejorar la sostenibilidad de los puertos en el camino hacia la descarbonización del transporte marítimo.

### CORE LNGas hive

Esta iniciativa es la medida estratégica más importante desde el punto de vista institucional para impulsar el despliegue de infraestructuras de suministro de GNL en puertos de la Península Ibérica y Canarias y facilitar el desarrollo de este mercado, estando enfocada a avanzar en la descarbonización de los corredores del Mediterráneo y del Atlántico de la red transeuropea de transporte (TEN-T). El proyecto está liderado por Puertos del Estado, bajo coordinación de Enagás, y cuenta con una participación muy representativa del sector marítimo, formada por 42 socios públicos y privados, entre institucionales (entre ellos Renfe Mercancías y Salvamento Marítimo), autoridades portuarias (13, prácticamente la mitad del sistema portuario de interés general español) e industriales (constructoras navales, navieras, operadores de GNL y regasificadoras), además de otros 77 grupos de interés (incluidas cinco autoridades portuarias más). La inversión en el proyecto es de 33 M€, de los que la mitad son fondos CEF.

El objetivo de este proyecto es la creación de una red logística con nuevos puntos de repostaje de GNL en puertos de la Península Ibérica y Canarias, que permita suministrar combustibles bajos en emisiones a un mercado de buques de nueva construcción que, aunque todavía reducido, crece con rapidez: la flota propulsada por GNL suma actualmente 121 unidades, cifra que se duplicará en el próximo lustro con pedidos ya confirmados, ratificando la apuesta de la industria naval por estos buques. España tiene el potencial suficiente para consolidarse como un mercado de referencia en este campo, tanto por el liderazgo europeo que ejerce en *know how* e infraestructuras (posee en su litoral siete plantas regasificadoras de gas natural) como por su posición geoestratégica privilegiada para el avituallamiento de estos

buques.

Con ese objetivo general, el proyecto persigue la creación de la infraestructura de suministro de GNL y el desarrollo logístico-comercial para facilitar y extender la prestación del servicio, mediante 25 actividades a desarrollar por los socios: 14 estudios (el *software* del proyecto), que permitirán identificar los estándares técnicos y de seguridad para el desarrollo del GNL como combustible, así como los requerimientos para su uso y despliegue; y 11 estudios con proyecto piloto (el *hardware* del proyecto), que suponen el ensayo con tecnologías innovadoras en los puertos de Algeciras, Barcelona, Bilbao, Cartagena, Ferrol, Gijón, Huelva, Melilla, Santander, Tarragona, Tenerife, Valencia y Vigo, con objeto de afinar su uso de cara al servicio. En este marco se realizan también estudios sobre costes económicos de la adaptación de infraestructuras e identificación de barreras a la implantación del GNL.

### Software del proyecto

En la recta final del proyecto, con finalización prevista en 2020, las actividades programadas están alcanzando su madurez, con una decena de ellas terminadas (la mayoría son estudios transversales y de viabilidad) y el resto en distintas fases de desarrollo (los proyectos piloto). De los siete estudios transversales previstos han concluido cuatro: los tres sobre estimación de la demanda potencial de GNL y de la cadena logística necesaria para su suministro en los corredores Mediterráneo, Atlántico y Península-Canarias, cuyas conclusiones apuntan a una demanda relevante, especialmente en el tercer corredor; y el de aceptación social del GNL, a cargo de Enagás, que ha identificado las percepciones de la sociedad sobre el GNL —negativas (desconocimiento elevado, riesgo por su uso) y positivas (mejora de la calidad del aire, eliminación de derrames)—, como base de una campaña para difundir los beneficios del GNL. En fase avanzada están los demás, previstos para 2019: la revisión del Marco de Acción Nacional de energías alternativas en el transporte (Puertos del Estado); el estudio de especificaciones técnicas, de seguridad y medioambientales del GNL, que aportará los estándares sobre procedimientos y equipamiento para el suministro (Dirección General de Marina Mercante); y el estudio sobre requerimientos de formación y procesos de acreditación para el suministro (Universidad Politécnica de Madrid).

Igualmente adelantados están los siete estudios de viabilidad financiera y técnica de implantación del GNL en buques o muelles. A principios de año concluyó el estudio técnico para adaptar a GNL una locomotora de maniobras (modelo Adif 310/311) del puerto de Tarragona. En distintas fases avanzan los estudios de ingeniería para construir dos remolcadores propulsados por GNL para

los puertos de Valencia (final previsto en 2018) y Barcelona (2019), así como otro sobre la viabilidad de reconvertir la flota de Salvamento Marítimo al nuevo combustible a partir del estudio de los buques *Luz de Mar y Clara Campomar* (2019). Finalmente, otros estudios técnicos analizan la viabilidad de compatibilizar las operaciones de suministro a gran y pequeña escala en los muelles de tres plantas de regasificación, con objeto de ampliar la oferta a todo tipo de buques. El estudio de la planta de Sagunto, que propone como solución técnica el uso de mangueras flexibles para el suministro a pequeña escala, concluyó recientemente, y prosiguen su desarrollo el estudio de alternativas para la planta de Huelva (2018) y el de ingeniería básica de un nuevo muelle para la planta de Ferrol-Murgados (2019).

### Hardware del proyecto

La segunda parte del proyecto comprende el desarrollo de 11 estudios y pruebas piloto en partes reales de la cadena logística de GNL. Estos estudios, geográficamente divididos en puertos mediterráneos y atlánticos, se agrupan en tres ámbitos: la adaptación de las infraestructuras de suministro de las plantas de regasificación de Enagás para ofrecer abastecimiento a pequeña escala, el desarrollo de barcasas de distribución de GNL y el uso de este combustible en remolcadores, grúas y transporte ferroviario dentro de la zona portuaria, estos dos últimos enfocados específicamente a limitar las emisiones en los puertos. Cuatro de estos estudios, ya finalizados, han cristalizado en innovadoras soluciones que se están testando.

La Autoridad Portuaria de Barcelona participa en cuatro estudios, dos de ellos ya realidades: la adaptación del muelle de la regasificadora del puerto, que incorpora un brazo de carga criogénico y flexible para el suministro a pequeña escala, previsto para este verano; y la construcción de una unidad móvil tipo contenedor para suministrar electricidad generada por GNL a ferris atracados, transportable en barco, que ya ha sido testada en el puerto de Barcelona y está pendiente de hacerlo en los de Tenerife y Vigo, las tres autoridades portuarias participantes en la iniciativa. También están en marcha en el puerto de Barcelona la adaptación a propulsión GNL de una grúa portacontenedores, a finalizar en noviembre, y la adaptación de una gabarra para suministro de GNL en puerto, que incorporará dos tanques de 100 m<sup>3</sup>. Los estudios con piloto en puertos mediterráneos se completan con la construcción de una gasinera mixta (Gas Natural Licuado/Gas Natural Comprimido para buques y vehículos) en el puerto de Valencia, en desarrollo, y la adaptación de un atraque para suministro a pequeña escala en el pantalán de la regasificadora de Cartagena, obra casi terminada y que iniciará el servicio en octubre. Este puerto fue escenario, en abril de 2017, de la primera operación

### Beneficios ambientales del GNL

*El gas natural, considerado como el combustible fósil menos contaminante de todos, es la base de dos de las energías alternativas llamadas a tener un fuerte protagonismo en el sistema de transporte del futuro: el gas natural licuado (GNL), destinado sobre todo al transporte marítimo, y el gas natural comprimido (GNC), el combustible de mayor potencial en el sector de la automoción tras la electricidad. A diferencia del GNC, que es gas almacenado a altas presiones, el GNL es gas natural que, tras un proceso de enfriamiento a una temperatura aproximada de -163º centígrados y a presión atmosférica, pasa a estado líquido. Con este proceso su volumen pasa a ser 600 veces menor que el del gas natural original, lo que facilita su almacenamiento y transporte.*

*El GNL es uno de los combustibles más respetuosos con el medio ambiente, sobre todo respecto al fuelóleo pesado (HFO) y el gasóleo marino (MGO), los derivados del petróleo más utilizados por los motores de los buques de carga y de pasajeros. En comparación con estos combustibles convencionales, el GNL elimina totalmente las emisiones de óxidos de azufre (SOx) y las partículas en suspensión (PM), reduce en un 85% los óxidos de nitrógeno y genera cerca de un 30% menos de emisiones de CO<sub>2</sub>, según datos del proyecto CORE LNGas hive. A la elevada eficiencia medioambiental se suma su menor coste respecto a los combustibles habituales de navegación, lo que perfila al GNL como una alternativa realista que puede contribuir a la descarbonización del transporte marítimo.*

en Europa de suministro de GNL directamente desde una planta de regasificación a un buque, que fue posible gracias a las adaptaciones realizadas como parte del estudio (incorporación de mangueras criogénicas).

En los pilotos en puertos atlánticos el puerto de Bilbao tiene un fuerte protagonismo, al participar en tres estudios, dos de ellos ya en pruebas. El primero ha supuesto la reconversión de una barcaza en la gabarra *Oizmendí*, incluida la instalación de dos tanques con capacidad de 600 m<sup>3</sup> de GNL, que le faculta para proveer este y otros combustibles *ship-to-ship* en la costa cantábrica. La gabarra culminó en febrero en este puerto la primera prueba piloto de carga de GNL de buque a buque en el Arco Atlántico (transfirió 90 m<sup>3</sup> a un cementero) y hoy está destinada en el puerto de Huelva, que dispone así del primer buque de suministro multiproducto de combustible marino del sur de Europa. Y el segundo ha sido la adaptación del pantalán de la regasificadora del puerto (BBG) para el suministro a barcos de pequeño tamaño, también completada y en fase de ensayos. Como tercer estudio, está en marcha la construcción de un remolcador propulsado por GNL, que se incorporará a los servicios de remolcaje del puerto en 2019. Los estudios de los

puertos atlánticos se completan con la adaptación del muelle de la regasificadora de Ferrol/Mugardos para ofrecer servicios mixtos de suministro a gran y pequeña escala, en fase de obra. El último estudio con piloto, de carácter transversal, a cargo de las autoridades portuarias de Algeciras, Huelva, Melilla y Tenerife, junto a Enagás, Cepsa y Renfe, evalúa la viabilidad de crear una cadena de transporte en España para trasladar un isocontenedor con GNL por distintos modos (ferrocarril, carretera y marítimo). Concluirá en diciembre.

De cara al futuro, y a la vista de los resultados del proyecto y de la positiva evolución del mercado en el último año, Puertos del Estado trabaja ya en el diseño de la estrategia LNGhive 2, destinada a ofrecer a las navieras la mayor cantidad de puntos de suministro de GNL en los puertos españoles en el horizonte de 2030. Esta estrategia permitirá transformar en obras los estudios de ingeniería realizados de las infraestructuras de las plantas de Sagunto y Huelva en el marco del proyecto CORE. También permitirá incorporar nuevas actuaciones, entre ellas la inclusión de soluciones logísticas multisuministro de cisterna a buque en Gijón y Huelva, la creación de un corredor ferroviario de GNL entre el puerto de Huelva y el puerto seco de Sevilla, así como la construcción de dos buques de suministro de GNL para operaciones *ship-to-ship* y la reconversión de cinco ferris que utilizarán GNL como combustible.

## OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

Este proyecto tiene un objetivo ambicioso: conectar los grandes buques que hacen escala en los puertos españoles (cruceiros, portacontenedores, ferris) a la red eléctrica nacional, de la misma forma que ya hace el vehículo eléctrico, aunque en este caso en alta tensión. Esta tecnología es conocida como suministro eléctrico a buques en atraque durante su estancia en puerto (*On-Shore Power Supply*, OPS, en el acrónimo inglés, o *cold ironing*, en referencia al momento en que el casco de los buques del pasado se enfriaba al apagarse las calderas de carbón cuando el barco quedaba atracado en puerto). Se trata de una tecnología ya existente en países como Noruega, Suecia y Alemania, con experiencias de éxito en otros puertos europeos y también disponible en el puerto de Motril, con el objetivo común de reducir las emisiones a la atmósfera en el entorno portuario, dentro de la estrategia comunitaria de descarbonización de los corredores de transporte de la red TEN-T.

El proyecto OPS concretará los requerimientos técnicos que necesita el sistema, básicamente la adaptación de los muelles para propiciar la acometida a la red eléctrica, la conexión muelle-buque y la adaptación del buque para recibir la energía eléctrica, cuya implantación tiene distintos grados de dificultad e inversión en función de la tipología de cada barco. Desde el punto de vista me-

dioambiental, esta tecnología tiene un elevado potencial para los puertos: según un estudio de la consultora Inova Labs, participante en el proyecto, el *cold ironing* elimina localmente toda emisión, reduciéndolas de forma drástica a nivel del Estado respecto a la generación mediante combustibles marinos, dado el actual *mix* del sistema eléctrico español (un 96% menos de NOx, un 36% de SOx, un 68% de partículas y un 45% de CO<sub>2</sub>); además, elimina prácticamente el ruido asociado a los motores auxiliares de los buques (utilizados para la operación de bombas de trasiego, sistemas de refrigeración, iluminación, equipos de emergencia...), dado que estos se pararán al conectarse a la red.

La iniciativa, sin precedentes para todo un país en el marco comunitario, está liderada y coordinada por Puertos del Estado, a la cabeza de un consorcio de 17 socios que incluye, entre otros, a cinco autoridades portuarias (Santa Cruz de Tenerife, Las Palmas de Gran Canaria, Barcelona, Baleares y Pasaia), tres universidades y tres compañías navieras. Con un presupuesto de 6,2 M€, de los cuales 1,6 M€ son financiados por fondos CEF, el proyecto tiene una duración de tres años, que concluyen teóricamente en noviembre de 2019. Como principales desarrollos, la iniciativa comprende la elaboración de diversos estudios sobre la normativa del sector eléctrico, técnicos y de impacto medioambiental para evaluar los beneficios de la implementación del suministro de energía eléctrica a buques de forma generalizada. También prevé el desarrollo de tres pilotos que supondrán la dotación en determinados muelles españoles de los elementos electromecánicos necesarios para realizar las operaciones de suministro, así como la adaptación de varios barcos para su conexión a la red eléctrica general. El objetivo final es la redacción de un Plan Director para el suministro de energía eléctrica a buques atracados en los puertos españoles.

## Estudios y pilotos

El cuerpo conceptual del proyecto está formado por tres estudios transversales, a cargo de distintos grupos de trabajo, que analizan los temas económico-administrativos, técnicos y ambientales que influyen en la implantación del *cold ironing*. Su elaboración está avanzada. Como coordinador, Puertos del Estado, en colaboración con tres consultoras de ingeniería, ultima la selección de los muelles a integrar en el Plan donde ofrecer suministro eléctrico de acuerdo con las especificaciones técnicas de la norma internacional IEC/ISO/IEEE 80005-1; también tiene adelantado el estudio del marco normativo de acompañamiento, que ya ha identificado las barreras técnicas y económicas que dificultan la implantación de esta tecnología, además de perfilar las soluciones para superarlas, incluida la reducción de los costes de suministro. Desde la óptica académica, la Universidad de Cádiz ya ha publicado en el sitio web del proyecto el avance corres-



pondiente al año 2017 del estudio sobre emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes generadas por los motores auxiliares de barcos atracados, que se actualizará en 2018 y 2019; y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria está cuantificando el impacto monetario de esas emisiones sobre la salud humana y el medio ambiente. Por último, la Universidad Politécnica de Madrid tiene prácticamente terminados los estudios encargados a sus dos grupos de trabajo: el estudio de los beneficios que pueden derivarse para el sistema eléctrico de la conexión de los barcos atracados a la red eléctrica, a cargo de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales; y el diseño de los elementos de manipulación del cable de conexión eléctrica muelle-buque, que elabora el Centro de Automática y Robótica (CAR).

Paralelamente, también están en distintas fases de desarrollo los tres estudios piloto programados en este proyecto europeo. Los más avanzados son los correspondientes a la Autoridad Portuaria de Santa Cruz de Tenerife, que ya han superado la fase de proyecto y actualmente se procede a la ejecución de las obras para implantar el sistema OPS en los puertos de Santa Cruz de La Palma, San Sebastián de la Gomera y, próximamente, en el propio de Santa Cruz de Tenerife, con la previsión de iniciar el servicio de suministro eléctrico a buques a finales de 2018. La mayoría de los cinco ferris rápidos que participan en el piloto ya han sido adaptados tecnológicamente por la naviera Fred Olsen para conectarse en puerto a la red eléctrica. Se da la circunstancia de que la implantación del *cold ironing* es especialmente anhelada en los puertos menores, que son los que esperan mayores beneficios ambientales con la eliminación de los ruidos nocturnos provocados por los motores auxiliares de los buques. Sin salir del archipiélago, la Autoridad Portuaria de Las Palmas de Gran Canaria estudia la viabilidad para suministrar energía eléctrica en atraque a un remolcador de Salvamento Marítimo, a los buques en reparación y a la flota pesquera.

Respecto a los dos estudios piloto restantes, la Autoridad Portuaria de Pasaia también ha concluido los estudios de ingeniería y los requerimientos operativos para el desarrollo de un punto de suministro de energía eléctrica a buques en el puerto guipuzcoano y tiene previsto iniciar próximamente las obras para implantarlo. Este punto de conexión

se instalará en el muelle especializado en tráfico de vehículos y permitirá suministrar electricidad a los tres barcos gemelos de la naviera noruega UECC, dedicada al transporte de automóviles, el primero de los cuales será adaptado para estas operaciones durante el verano. Por último, las autoridades portuarias de Baleares y Barcelona están estudiando la viabilidad de ofrecer suministro de energía eléctrica desde tierra al *ferry Dimonios*, un buque de pasajeros que hace escala diaria en los puertos de Palma de Mallorca y Barcelona. Este piloto está solo a la espera del visto bueno de su nueva propietaria, la naviera española Armas.

Como da a entender el propio nombre del proyecto, el objetivo último es la elaboración de un *master plan* o Plan Director para dotar a los puertos de interés general de puntos de conexión para el suministro de energía eléctrica a los buques atracados, como estrategia para fomentar el uso de este combustible alternativo en el transporte marítimo. Puertos del Estado trabaja actualmente en el diseño de este documento final, que se apoyará en el *know how* obtenido de los estudios y los pilotos, e incorporará el marco legal y técnico con las especificaciones necesarias para la implementación del servicio en España (especificaciones de equipos, procedimientos de uso, *metering/ticketing*...), así como una serie de medidas de carácter económico y operativo para estimular su desarrollo (bonificaciones en las tasas por la estadía de los buques, eliminación del impuesto sobre la electricidad suministrada, reducción del término de potencia, supresión del canon de ocupación de las canalizaciones en los muelles, creación de la nueva figura del gestor de cargas eléctricas de buques atracados, autorización a los concesionarios de terminales portuarios para vender energía eléctrica a buques...), algunas ya en curso y otras en fase de consideración. Como aportación final, Puertos del Estado ha previsto incluir en el Plan Director un mapa con los puntos de conexión para el suministro de energía eléctrica a barcos en los atraques con mayor interés, que se elaborará a partir de los estudios de viabilidad en varios puertos y muelles españoles realizados por tres consultoras de ingeniería que participan como socios en el proyecto. ■

## El Plan Director del proyecto OPS elaborará un mapa con los puntos de conexión eléctrica para buques en los puertos españoles