

DOCTRINA



Rumbo al derecho de la navegación marítima automatizada

José Manuel GONZÁLEZ PELLICER

Abogado

Olivia DELAGRANGE

Solicitor

Kennedys Marine

Resumen

Desde hace décadas los buques mercantes vienen sufriendo un imparable proceso de automatización que ha reducido drásticamente el número de tripulantes. Es fácil, por tanto, vislumbrar el objetivo de dicho proceso de automatización náutica, a saber: explotar un buque no tripulado. Objetivo que no será posible alcanzar sin el concurso de la Inteligencia Artificial. Analizamos el impacto de dicha tecnología en el statu quo normativo actual del Derecho de la Navegación Marítima.

La observación de los prototipos de buques autónomos revela diseños aerodinámicos con cubiertas redondeadas, por donde sería imposible caminar a los tripulantes, así como la ausencia de cualquier superestructura destinada a alojar a éstos últimos. El tonelaje se impone, más que nunca, sobre la dotación. Sin embargo, antes de botar esos modernos «buques fantasma», será necesario garantizar que son, como mínimo, tan seguros como los convencionales. Hasta entonces la «toldilla», el «alcázar» o la «cubierta del puente»

seguirán siendo algo más que un ornamento de diseño «esqueumórfico» (para que un buque siga pareciéndonos un buque y no una futurista «arca» flotante), porque sin una tripulación de apoyo a bordo del buque los remaches del Derecho clásico de la Navegación Marítima saltarían por los aires. Y es que nuestras normas descansan no en un concepto automatizado sino antropocéntrico de la navegación marítima. Transferir la jefatura de un buque a un sistema operativo de inteligencia artificial, o convertir una nave en un juguete de control remoto, plantea desafíos legales que sólo pueden ser abordados desde una perspectiva internacional. Aunque estos buques pretendan ser una cura para el error humano (primera causa estadística de siniestralidad marítima), lo cierto es que comparten la falibilidad de sus humanos creadores y podrán ser, además, víctimas de ciber-ataques, una amenaza que sin duda acabará entrando en el catálogo legal de «Peligros del Mar» o «Riesgos de la navegación». El camino hacia la legalización de los buques automatizados no será precisamente de baldosas amarillas, pero alumbra un horizonte siempre soñado (y a la vez temido) por los marinos: regresar a tierra. Desde el punto de vista jurídico, advertimos ya que este artículo se adentra en una zona del mapamundi jurídico que los cartógrafos medievales hubieran marcado con la leyenda «Hic Sunt Dracones».

I. Propósito

Se llamaba Joshua Brown, tenía 40 años y cuando murió estaba viendo una película de Harry Potter. Al igual que el filósofo británico Alfred North Whitehead, Joshua Brown creía que «la Civilización progresa ampliando el número de operaciones importantes que podemos ejecutar sin pensar en ellas».

Y fue precisamente esa Fe la que, el 7 de Mayo de 2016, hizo que su Tesla modelo S auto-pilotado quedase incrustado, como un acordeón, contra un tráiler de 18 ruedas en Williston, Florida. En otra época, este pionero habría tenido quizá su placa o incluso una estatua, pero en la actualidad su muerte sólo sirve, como mucho, para rellenar 10 minutos en TV del programa «1000 Maneras de Morir».

Héroe para unos, idiota para otros, Joshua Brown, al igual que Giordano Bruno o Miguel Servet, murió, a su manera, defendiendo una herejía. Una herejía tecnológica que profetiza que algún día los coches, los aviones y los buques se pilotarán solos. Una herejía que, también a su manera, ya es realidad en el ámbito marítimo.

En este artículo nos proponemos analizar el hecho técnico de la «navegación marítima automatizada» y su impacto legal en el statu quo normativo actual, con especial interés en la responsabilidad derivada de dicha navegación. Advertimos ya que dicho análisis se adentra en una zona del mapamundi jurídico que los cartógrafos medievales hubieran marcado con la leyenda «Hic Sunt Dracones».

II. Punto de partida

1. ¿Qué es la navegación marítima automatizada?

Por navegación marítima automatizada entendemos aquella que se ejecuta, en mayor o menor

grado, por medio de sistemas de control industrial e inteligencia artificial. La presencia de sistemas de control industrial a bordo no constituye novedad alguna en el ámbito de la navegación marítima. Desde hace décadas los buques mercantes vienen sufriendo un imparable proceso de automatización que ha reducido drásticamente el número de tripulantes.

De conformidad con la normativa emitida por la Organización Marítima Internacional (OMI), la administración marítima española fija el número mínimo de tripulantes a bordo de los buques en función de parámetros tales como su grado de automatización. Es fácil, por tanto, vislumbrar el objetivo de dicho proceso de automatización náutica, a saber: explotar un buque no tripulado.

Objetivo que, por otro lado, no será posible alcanzar sin el concurso de la Inteligencia Artificial (con sus algoritmos de aprendizaje de máquinas), última disciplina de esa ciencia que, según el Diccionario de la RAE, se llama «Automática» y que trata de sustituir en un proceso al operador humano por dispositivos mecánicos o electrónicos. El resultado de aplicar dicha ciencia a la navegación marítima debe medirse, no obstante, según una cierta escala evolutiva.

2. La Escala de automatización

En la navegación autónoma el buque toma sus propias decisiones mediante un sistema algorítmico de inteligencia artificial

En efecto, según su grado de automatización, y simplificando al máximo, podemos encontrarnos con hasta tres categorías de navegación marítima: (a) *Manual, Tripulada y Asistida*. Muchos buques actuales navegan de modo manual con tripulaciones asistidas a bordo por dispositivos automáticos; (b) *Automatizada por Control Remoto, sea tripulada o no*. El siguiente paso es lograr que, según la necesidad, un buque de navegación manual pueda cambiar la misma a «control remoto» y viceversa, en cuyo caso será preciso que esté mínimamente tripulado. También pueden existir buques no tripulados operados exclusivamente por control remoto (en cuyo caso, la tripulación de a bordo sería suplida por la tripulación en tierra —o en otro buque—); (c) *Autónoma, sea tripulada o no*. El punto extremo en el camino de la automatización se llama navegación autónoma, donde el buque toma sus propias decisiones mediante un sistema algorítmico de inteligencia artificial (sin perjuicio de que pueda estar dotado de una tripulación mínima de seguridad).

Gráficamente podríamos, por tanto, considerar 3 niveles progresivos de automatización según la siguiente escala:

| ESCALA DE NAVEGACIÓN AUTOMATIZADA | | |
|-----------------------------------|--------------------------|---|
| NIVEL 1 | MANUAL Y ASISTIDA | TRIPULADA |
| NIVEL 2 | CONTROL REMOTO | TRIPULADA NO TRIPULADA |
| NIVEL 3 | AUTÓNOMA | TRIPULADA NO TRIPULADA |

Ya anticipamos que en el presente artículo nos ocuparemos de aquellos buques que presentan mayores desafíos jurídico-legales para el statu quo normativo actual, a saber, los que ejecutan navegaciones de nivel 2 y 3 en la precitada escala de automatización. Ahora bien, es necesario valorar también que los buques estarán preparados para ejecutar navegaciones en cualquiera de los 3 niveles de automatización comentados, cambiando el «modo operativo» de navegación según interés en cada tramo del viaje.

3. Distinción entre Buque Automatizado, Buque Autónomo y Buque Sin Tripulación

Considerando la escala de automatización, resulta apropiado diferenciar entonces entre:

(a) «Buque Automatizado», como concepto general donde caben todos aquellos buques cuyo funcionamiento ha sido total o parcialmente automatizado (niveles 1, 2 y 3); (b) «Buque Autónomo», como concepto específico para definir —como veremos más abajo— al buque totalmente automatizado (nivel 3), y (c) «Buque Sin Tripulación», como concepto singular que engloba a todos aquellos buques automatizados sin tripulación a bordo.

Aunque con frecuencia se emplea el término «buques sin tripulación» como sinónimo de «buque autónomo» creemos, sin embargo, que ello induce a confusión, por dos razones: (i) un buque puede ser autónomo y, sin embargo, estar tripulado. Aunque, desde la perspectiva técnica, sea posible concebir un buque totalmente autónomo que no necesite tripulación alguna, la regulación jurídica puede (y seguramente deba, según veremos) seguir exigiendo una tripulación mínima de seguridad a bordo, capaz de tomar el control directo del buque en cualquier momento, previa anulación de su autonomía decisoria y funcional; (ii) hay buques sin tripulación a bordo que no son necesariamente autónomos, nos referimos a los buques que navegan por control remoto (nivel 2). En tales casos la tripulación de a bordo es suplida por otra en «tierra» que controla el buque por vía remota.

Por lo tanto: (i) no todos los buques automatizados son buques sin tripulación; (ii) no todos los buques automatizados son buques autónomos; (iii) no todos los buques autónomos son buques sin tripulación; y (iv) no todos los buques sin tripulación son buques autónomos. Hechas las anteriores matizaciones preliminares vamos a centrarnos, según anunciamos, en los niveles 2 y 3 de la escala de automatización, excluyendo la navegación marítima manual asistida (nivel 1).

4. Navegación Marítima Automatizada por Control Remoto

Estamos en el nivel 2 de la Escala de Navegación Marítima Automatizada. Este tipo de navegación, por control remoto, se basa en dos pilares, a saber:

(a) «Situational Awareness» (*i.e.* «Conocimiento de la Situación»). El buque es controlado por un «Operador Remoto», ya sea desde tierra o desde otro buque. Para poder pilotarlo, el operador remoto necesita conocer la situación del buque. Y ese conocimiento situacional le va a venir suministrado por una sofisticada fusión de sensores (*i.e.* cámaras HD, cámaras térmicas IR, radares convencionales, radares de corto alcance, escáneres láser LIDAR, micrófonos, GPS, AIS, ECDIS etc...) que aportan datos sobre el entorno del buque en tiempo real, y que permiten construir un «mapa de obstáculos» a sortear. Pero cuantos más sensores, más datos hay que procesar. Un flujo abrumador de datos.

(b) *Conectividad constante, bidireccional, rápida (o de baja latencia) y segura.* En efecto, el reto técnico no estriba tanto en lograr que un buque navegue, en mayor o menor medida, por control remoto (algo ya conseguido mediante tele-operación o posicionamiento dinámico) sino en garantizar, a todo trance, la conectividad constante, bidireccional, rápida (o de baja latencia) y segura entre la colección de sensores del buque y la estación terrestre de control remoto.

Sin el flujo de datos que suministran los precitados sensores resultaría imposible controlar el buque de forma remota. Y ese flujo (que será tanto mayor cuantos más sensores haya a bordo y cuantos más buques automatizados operen) se debe canalizar sólo a través de redes terrestres sino de redes satelitales de banda ancha, que son vulnerables a la meteorología y a los ciberataques.

La conectividad puede ser el talón de Aquiles de esta sofisticada tecnología. En nuestra opinión, la vulnerabilidad y limitación intrínseca de las redes de comunicación puede incentivar el hecho de que los legisladores demanden, en todo caso, la presencia a bordo de estos buques de una tripulación mínima de seguridad (que se añadiría a la tripulación que controla el buque por vía remota).

La navegación por control remoto podría ser el modo operativo más recomendable cuando se trata de situaciones o escenarios complejos con tráfico marítimo elevado (p.ej. en aguas portuarias), donde la navegación autónoma resulta más arriesgada con la tecnología actualmente disponible, como veremos a continuación.

5. Navegación Marítima Autónoma

Nos situamos ahora en el nivel 3 de la Escala de Navegación Marítima Automatizada. El más extremo. El que visualizamos mentalmente cuando oímos hablar de «buques autónomos» o de «buques no tripulados». Se trata del moderno buque fantasma. Un «Holandés Errante» que vaga por los 7 mares por obra y gracia de los algoritmos de Inteligencia Artificial. Comprender cómo funcionan esos algoritmos, aunque fascinante, nos llevaría lejos del objetivo de este artículo, obligándonos a lidiar con una nomenclatura intimidatoria para cualquier lego en la materia.

Enfrentados a esta tecnología, cualquiera se identifica con los primates del film 2001 Odisea en el Espacio, cuando contemplan, boquiabiertos, el enigmático monolito negro; de ahí que debamos hablar de un efecto «black box», pues nadie sabe muy bien qué tipo de «magia» sucede en el interior de esas ominosas cajas negras que presuntamente están llamadas a pilotar nuestros buques; por eso precisamente desconfiamos de ellas (y seguramente con razón).

Sea como fuere, para comprender mejor cómo funciona un buque autónomo hay que referirse a la disciplina que lo está creando: el «Machine Learning». Los expertos en «Machine Learning» (una rama de la Inteligencia Artificial) se afanan en construir sistemas que, aprendiendo de un historial de datos (captados por sensores), pronostiquen y ejecuten la mejor decisión en un escenario dado, computando incluso la incertidumbre o aleatoriedad del mismo.

En este sentido, el caballo de batalla de cualquier decisor, sea humano o artificial, radica en poder comprender las situaciones complejas que le rodean para tomar la mejor decisión posible; algo que implica disponer de todos (y no solo parte) de los datos, para así poder efectuar predicciones más precisas sobre el desarrollo más previsible de un escenario dado, considerando también el factor azar.

Del mismo modo, un buque autónomo se apoyará en el masivo procesamiento y la correcta interpretación del torrente de datos suministrado por la fusión de sus sensores de a bordo del buque, con el fin de poder conocer su entorno situacional, pronosticar y adoptar la decisión náutica más conveniente.

En efecto, y por ejemplo, este buque tendrá que interpretar las imágenes que les proporcionen sus cámaras, radares y escáneres, así como los sonidos que capten sus micrófonos, confeccionando un mapa 3D de obstáculos, predecir las trayectorias de colisión y ejecutar las maniobras evasivas oportunas.

Sin embargo maniobras tan rutinarias para un capitán humano, como entrar y atracar en puerto, pueden suponer un desbordante desafío cognitivo para un capitán virtual basado en algoritmos de

inteligencia artificial. De hecho, se considera que, con la tecnología actualmente disponible, el buque autónomo sólo sería viable en alta mar o en zonas de escaso tráfico, porque aún no es capaz de distinguir convenientemente los obstáculos que se le presentan, predecir los riesgos y trazar una ruta anti-colisión fiable en escenarios portuarios más complejos, caracterizados por la presencia de muchos y muy variados obstáculos.

En cualquier caso, podemos decir, que el buque autónomo representa el último estadio o grado evolutivo que puede alcanzar un buque automático, a saber, aquél punto en el que incluso la *toma de decisiones náuticas* ha sido totalmente *automatizada*, siendo independiente del factor humano. Ahora bien, que el buque autónomo sea totalmente *independiente* de la intervención humana no significa que no siga siendo *susceptible* de ésta última. Es perfectamente concebible que el buque autónomo esté tripulado precisamente para que sus tripulantes puedan eventualmente tomar control del mismo en caso de tener que cambiar de modo operativo (*i.e.* cambiar a modo control manual o remoto, niveles 1 y 2 de la escala).

Por otro lado, no debemos perder de vista que los buques autónomos tendrán a bordo un super-computador que procesará velozmente (en tiempo real) un enorme volumen y variedad de datos para poder tomar luego la decisión náutica apropiada en cada momento.

Ese super-computador se puede parecer a «Watson». Fabricado por IBM en 2011, «Watson» ocupaba el espacio de un dormitorio. Hoy tiene el tamaño de tres cajas de pizza. Pero, por muy pequeño que sea, ese super-computador necesita estar conectado. De modo que la conectividad (y sus riesgos) reaparece como factor clave también en la navegación autónoma (al igual que ya sucedía con la navegación por control remoto).

La potencial vulnerabilidad o fragilidad de la conectividad, tanto por causa de ciber-riesgos o como por causa de los tradicionales «riesgos del mar», debería aconsejar (de *lege ferenda*) que, al menos en una primera fase transicional desde la navegación manual hacia la autónoma, todos los buques autónomos vayan mínimamente tripulados.

En definitiva, la navegación autónoma tendrá un largo camino técnico que recorrer antes de poder probar que puede serlo suficientemente segura y fiable como para ganarse el privilegio de ser realmente independiente del factor humano (afirmación que cabe extender a cualquier vehículo presuntamente autónomo).

6. Principios de Transferencia de Control, de Equivalencia de Seguridad y de Rentabilidad

Del análisis técnico anterior se desprende un corolario obvio: la navegación marítima automatizada persigue transferir el control del buque («Principio de Transferencia del Control»). Así, cuando hablamos de navegación por control remoto (nivel 2), esa transferencia se produce en detrimento de la tripulación embarcada y a favor de la terrestre (operador remoto). Mientras que, cuando nos referimos a la navegación autónoma (nivel 3), la transferencia se produce desde el hombre hacia la máquina.

**Deberá
acreditars
e que la**

En cualquiera de los casos, la cesión del control estará condicionada por razones de seguridad, debiéndose acreditar entonces que la navegación automatizada es como mínimo tan segura como la navegación manual a la que pretende suplir

**navegación
automatizada es
como mínimo
tan segura
como la
navegación manual**

(«Principio de Equivalencia de Seguridad»). Incluso podríamos hablar de un «Principio de la Expectativa del Usuario», dado que el propio naviero espera que los buques autónomos (sin perjuicio de que haya reservas y/o advertencias en su «manual de uso») sean en general más seguros que los manuales.

Y junto a las razones de seguridad habrá que ponderar el ahorro de costes real que supone el cambio a favor de la automatización («Principio de Rentabilidad»). Por un lado, se apunta que el naviero podrá reducir los errores humanos (que son la principal causa estadística de la siniestralidad marítima, reduciendo, con ello, teóricamente, las primas de seguro), disminuir la producción de desechos a bordo, ahorrar costes en tripulación marítima y

suprimir la habilitación de la misma a bordo, ganando así espacio de carga.

Sin embargo, por otro lado, exigirá invertir en recursos adicionales (*i.e.* el centro de operación remota, la formación de los operadores mediante simuladores virtuales, el equipo de mantenimiento de los sensores del buque, el encargado de la carga y descarga o los expertos en ciber-seguridad y comunicaciones); sin perjuicio de que haya de llevarse, además, como medida de redundancia, una tripulación mínima de seguridad a bordo.

En el balance puede que, a corto/medio plazo, la navegación autónoma no sea ni más segura ni más rentable. Parece, pues, que existen motivos para que los navieros y sus aseguradores enfoquen este fenómeno de modo razonablemente conservador. Al igual que sucede con los legisladores. La transición técnico-legal hacia la navegación automatizada será muy gradual. Si el salto desde el control humano a bordo hacia el control humano remoto ya es delicado, imaginemos el salto hacia un buque que se auto-tutela.

Y es que prescindir del control humano a bordo impacta frontalmente con el Derecho Marítimo Clásico, como veremos seguidamente.

III. Impacto

Analizaremos seguidamente el impacto legal que, tanto la navegación por control remoto como la autónoma, puedan tener en el actual statu quo normativo nacional (1) e internacional (2). Nos tememos que no será suficiente con un simple cambio mental, habrá que poner a funcionar las rotativas del B.O.E. Y es evidente que sin una uniformidad normativa internacional (que ha de ser impulsada por la Organización Marítima Internacional) la navegación automatizada naufragará sin remedio.

El principal factor disruptor para la normativa actual, de la navegación automatizada viene dado por el meritado principio de transferencia de control, jefatura o mando de la nave. La premisa subyacente, inmutable y tradicional que sigue actualmente vigente se basa en una navegación antropocéntrica, mientras que la automatización persigue precisamente minimizar o suprimir el factor humano en la navegación. Las normas actuales no conciben otro buque que no sea el tripulado y, por motivos de seguridad (mientras no se demuestre lo contrario), no admiten la precitada transferencia de mando bien a una tripulación remota, bien a una máquina (por muy «inteligente» que ésta pretenda ser).

Bajo esta premisa antropocéntrica los buques no tripulados por control remoto o los autónomos

verían prohibida o condicionada su entrada, visita o estadía en los puertos españoles (arts. 7,10 LNM, 25.2 UNCLOS), su despacho de salida (art. 18 LNM), su arribada forzosa (art. 9 LNM), su derecho a navegar en los espacios marítimos nacionales (art. 19 LNM) o su paso inocente por el mar territorial (art. 37 LNM, 17 UNCLOS), siendo tratados en forma no muy distinta a los buques de propulsión nuclear (art. 13 LNM) o a los que transportan sustancias radioactivas (art. 14 LNM) y peligrosas (art. 15 LNM).

Tampoco podrían estos buques no tripulados prestar auxilio efectivo a personas en peligro en el mar (arts. 183.3 LNM, 98.1 UNCLOS, 33 SOLAS, 10.1 SALVAGE), ni informar sobre la existencia de polizones a bordo o suministrarles la manutención, alojamiento y asistencia médica legalmente exigible (art. 11 LNM, FAL).

Aunque el hecho de no estar tripulado no afectaría a la definición actual de buque (art. 56 LNM), lo cierto es que dicha circunstancia reduciría el principal atractivo de las «banderas de conveniencia» y de los «segundos registros», que pasa por ofrecer una regulación laboral más laxa (permitiendo la contratación de marinos «low cost»).

Tanto el hardware como el software (sistema operativo) deberían ser considerados «pertenencias» del buque, salvo pacto en contrario, tanto a los efectos de la compraventa (art. 62 y 117 LNM) como de la hipoteca naval (art. 134.1 LNM), pues son elementos inescindibles no accesorios.

En las compraventas, allí donde no haya necesidad de relevar tripulaciones, cabe especular con una entrega virtual consistente en unos meros códigos de acceso remoto al sistema operativo del buque (ya sea tele-dirigido o autónomo), sin perjuicio de las inspecciones físicas previas por parte del comprador. Y tampoco sería descabellado incluir en la compraventa/hipoteca del buque, y hasta en los privilegios marítimos (art. 122 LNM), las instalaciones de control terrestre remoto del mismo.

Dentro del apartado documental parece obvio que habrá que avanzar, a nivel internacional, en la digitalización de los certificados oficiales del buque, dado que actualmente el Anexo 1 del SOLAS requiere su presencia física a bordo.

Particular interés tiene la «patente de navegación» que, según el art. 80 LNM, identifica al Capitán o a la persona a la que haya sido conferido el «mando del buque». En el caso de los buques por control remoto dicha persona será el «operador remoto» (y nada impide que sea un grupo de personas trabajando a turnos), o el capitán de apoyo a bordo (si están tripulados). Mientras que en el caso de los buques autónomos el mando del buque corresponderá al capitán de apoyo (si están tripulados) y al capitán designado en tierra por el naviero (para los no-tripulados).

Los Diarios de Navegación, Cuadernos de Máquinas o de Bitácora habrán de ser igualmente completados de forma remota y enviados a una base de datos confidencial habilitada por la administración marítima depositaria, lo que podrá facilitar a su vez la inspección regular del Port State Control.

Un apartado esencial es el de la seguridad y clasificación de los buques automatizados. Por mor de la aplicación del precitado «Principio de Equivalencia de Seguridad» (que encuentra su apoyo legal en el Capítulo I del SOLAS, 5.a) es previsible que los buques automatizados sean gravados por una avalancha regulatoria tendente a garantizar aquella equivalencia.

Los requisitos de seguridad, así como su control oficial (por la administración), serán

particularmente rigurosos respecto de la flota automatizada, lo que anticipa el auge de todo el sector de las sociedades de clasificación en esta materia (art. 106 LNM), si bien, hoy por hoy, al no existir estándares internacionales para buques automatizados, no sería posible su clasificación (y, por ende, su aseguramiento), lo que impide la comercialización efectiva de estos buques.

También es previsible que aumente la frecuencia de inspecciones de los buques automatizados, lo que puede aumentar los períodos en situación «off hire» del buque.

Por idénticos motivos de seguridad habrá que modificar la profusa normativa reguladora de los requisitos constructivos y operativos del buque para adaptarlos a la flota automatizada. Así sucederá, por ejemplo, con las normas que exigen (a) una información integral en tiempo real al capitán sobre la estabilidad del buque (Capítulo II-I, 5.1 SOLAS), (b) un sistema de alarmas y avisos sobre el funcionamiento de la máquina (Capítulo II-I, 38 SOLAS), o (c) una obligación de notificar situaciones de peligro para la navegación (como derelictos, carga a la deriva, polución, hielos, tormentas, ex arts. 29, 33, 186 LNM, Capítulo V SOLAS), o para el propio buque (Capítulo XI SOLAS), donde será necesario que los sensores del buque automatizado logren transmitir, en tiempo real, al operador remoto un conocimiento integral de la situación del buque y su entorno.

Del mismo modo es necesario que el buque pueda pasar de modo automático a manual en caso de peligro, en zonas de tráfico denso o visibilidad reducida (Capítulo V, 24.1 SOLAS), que mantenga una radiocomunicación constante (Capítulo IV SOLAS), así como disponga de sistemas de detección, lucha efectiva contra-incendios (Capítulo II-II SOLAS). Será necesario garantizar una solución técnica altamente fiable para resolver todas esas cuestiones.

En los buques no tripulados el rol de dotación (art. 156 LNM) y el del Capitán (art. 171 LNM) habrán de ser, al menos en el plano técnico-náutico (art. 182 LNM), cedidos a la dotación «remota» (el operador remoto) que maneje o monitorice el buque a distancia (y que habrá de estar debidamente cualificada, según nuevas titulaciones náuticas (en «Operation Technologies» e «Industrial Control Systems»), siendo dudoso que puedan ser incluidos en el STCW actual, mientras que otras obligaciones, como la de navegabilidad del buque (art. 212 LNM), las de estiba/desestiba (arts. 218, 227 LNM), o la obligación de entrega de la carga (art. 228) serán transferidas al personal portuario «terrestre» del naviero; en este sentido, la navegación automatizada provocará el auge y reforzamiento de la posición, responsabilidad e importancia del operador de manipulación portuaria (art. 329 LNM), del consignatario (arts. 10 y 319 LNM) y del gestor de buques (art. 314 LNM).

Cabe especular con el nacimiento o de un floreciente sector de gestión remota de buques

Cabe especular incluso con el nacimiento de un floreciente sector de gestión remota de buques donde un solo operador privado, liberado ya del engorro de los enroles, preste servicios por cuenta de varios navieros, sin perjuicio de la responsabilidad legal *erga omnes* de estos últimos frente a terceros, y sin perjuicio de las acciones de repetición internas.

Será el naviero (y no el operador remoto) quien garantice, además, en todo caso la navegabilidad del buque a todos los efectos (arts. 192, 194, 212 y 290 LNM).

Por otro lado, las limitaciones técnicas de estos buques en aguas con tráfico marítimo muy denso, como las aguas portuarias, quizá exija la implantación de un sistema especial público-privado de señalización-guía marítima (art. 137 LPEMM), remolque-

maniobra y/o practicaje remoto obligatorio por motivos de seguridad (arts. 126 y 127 LPEMM).

Y puede que no todos los puertos sean igualmente seguros para recibir esta clase de buques, lo que tendrá su reflejo (veto) en las pólizas de fletamento (art. 225.1 LNM).

Una barrera regulatoria para la introducción de la navegación automatizada vendrá constituida por el Convenio COLREGS, al que se remite el art. 339 LNM. La premisa de dicho Convenio es que el buque esté controlado en tiempo real por un ser humano. Que éste último esté o no a bordo no parece ser un obstáculo, siempre que tenga un conocimiento integral de la situación del buque.

Así pues, a priori los buques no tripulados por control remoto podrían ser admisibles bajo el COLREGS siempre que sus sensores permitan, en todo momento, al operador remoto alcanzar un conocimiento situacional idéntico al que tendría un capitán humano a bordo. Sin embargo, los buques autónomos no tripulados no tendrían encaje alguno en el citado Convenio (algún autor ha recomendado, medio en broma medio en serio, que la regla general anti-colisión frente a estos buques sea la de «apartarse inmediatamente de su camino»).

También parece difícil conciliar la navegación automatizada con el Convenio Internacional sobre Salvamento Marítimo (SALVAGE) al que se remite el art. 357 LNM, o con la obligación de prestar asistencia a la vida humana en peligro en el Mar (art. 183.3 LNM), dado que los buques no tripulados serán incapaces de prestar una ayuda realmente efectiva para salvar bienes o vidas en peligro en el mar.

El Convenio MARPOL supone otra importante barrera regulatoria a la admisión de buques no tripulados, dados los riesgos medioambientales. Salvo que se pruebe indubitadamente lo contrario (carga probatoria que pesará sobre los navieros), seguramente se prohibirá la navegación de buques tanque, quimiqueros o gaseros no tripulados (y no parece sensato que ningún asegurador los cubra). El hecho de que estos buques tengan ya un alto grado de automatización no obsta para que la legislación exija un supervisor humano a bordo en todo momento a modo de «backup». Del mismo modo parece improbable que se autoricen buques de pasaje no tripulados.

En definitiva, bajo el marco regulatorio actual, los buques automatizados no tripulados serían blanco fácil del régimen sancionador previsto en nuestra Ley de Puertos (arts. 305 y ss.). Hoy por hoy, serían buques ilegales, inseguros, innavegables, in-asegurables e invendibles.

¿Frenará ello la evolución técnica? Sí. ¿La detendrá? No.

Mención aparte merece el capítulo de la responsabilidad civil del naviero (y su seguro), que trataremos en el siguiente apartado.

IV. Responsabilidad civil

De acuerdo con el art. 149 LNM el naviero será responsable frente a terceros de los actos y omisiones del Capitán y la Dotación del buque (los llamados «actos de baratería»), sin perjuicio de su derecho de limitación de responsabilidad (ex art. 392 LNM).

El hecho de que esos actos de baratería los cometa una tripulación remota o sean imputables al funcionamiento de un super-computador no altera el esquema de responsabilidad del naviero, pero sí aumenta el número de responsables contra los que el naviero puede repetir, y contra los que el

tercero perjudicado puede tratar de accionar en vía extra-contractual.

En efecto, junto al naviero pueden ser responsables el «operador remoto» o los «programadores», «suministradores» e «instaladores» del software/hardware (cuya responsabilidad sería tan elevada como la del naviero, lo que debería conferirles también el derecho a limitar, si bien ello altera los cimientos tradicionales de éste último).

También puede el naviero incurrir en responsabilidad civil contractual como porteador, según las Reglas de La Haya Visby (art. 277 LNM). Reglas que jamás serían aplicables a un buque no-tripulado (por ser «innavigable» según la Regla 3.a.b).

Respecto de buques automatizados tripulados, la responsabilidad como porteador no sólo debería recaer sobre el naviero (en cuanto porteador contractual) sino solidariamente sobre el «operador remoto» (en cuanto porteador efectivo), sin perjuicio del derecho de repetición interno (ex art. 278.4 LNM), que entendemos pueda alcanzar, en su caso, al «fabricante», «suministrador» y/o «instalador» del hardware o software causante del daño a las mercancías.

Por otro lado, bajo el régimen de La Haya-Visby, es conocido que el porteador queda exonerado si acredita «falta náutica» (error en la dirección técnica del buque) pero no en el caso de «falta comercial» (faltas en el cuidado, estiba y custodia de la carga).

En nuestra opinión, la exoneración por falta náutica podría llegar a aplicarse (no sin reservas) a un buque por control remoto (siendo invocada también por el «operador remoto»), pero no parece que pueda ser aplicada a buques autónomos (donde la navegación es ejecutada por un algoritmo de inteligencia artificial, de cuyo funcionamiento defectuoso debería responder objetivamente el naviero frente a terceros, sin perjuicio de repetir, en su caso, contra el fabricante, programador o instalador).

También cabría plantearse si puede el naviero invocar la exoneración prevista en la Regla 4.2.p de la Haya-Visby (vicio oculto de la carga que escapa a una diligencia razonable) en el caso de que un container oculte inhibidores de frecuencia capaces de anular el sistema informático de a bordo y dañar al resto de carga (en cuyo caso podría ser tratada incluso como mercancía peligrosa).

No parece, por otro lado, que sea posible que los «ciber-riesgos» integren parte del concepto clásico de «riesgos de la navegación» bajo las Reglas de la Haya Visby, salvo que se modifiquen éstas últimas (y el art. 417 LNM).

Otra cuestión debatible es si un «ciber-ataque» (ej. ransomware, malware, D.o.S.) podría ser considerado eventualmente como factor exonerante, bajo la Haya-Visby, bien como «fuerza mayor» asimilada, bien como un «vicio oculto que escapa a una diligencia razonable» (imaginemos un «troyano») o bien como causa inimputable a falta del porteador, sus agentes o encargados (dado que algunos ciber-ataques son tan sofisticados que difícilmente se pueden prevenir con el empleo de una mínima diligencia). Todo dependerá también del nivel previo de «ciber-seguridad» que la OMI imponga a cada buque.

La responsabilidad civil extracontractual del naviero por abordaje (art. 340 LNM) plantea el reto más complejo, a saber: ¿cómo incorporar el cuasi-metafísico concepto de «good-seamanship» en algoritmos? ¿Es posible que un algoritmo de machine-learning pueda auto-re-programarse para contravenir las reglas del COLREGS siempre que considere conveniente incumplirlas? ¿Cómo sabrá cuándo conviene incumplirlas? En descargo del algoritmo diremos que estas decisiones no son

fáciles ni para los marinos humanos.

Por otro lado, la responsabilidad culposa por abordaje también sería imputable al naviero del buque no tripulado, sin perjuicio de sus acciones de repetición frente al operador remoto, el fabricante o el instalador del hardware o software causante del accidente.

Y la responsabilidad por contaminación sería objetiva del naviero por el mero hecho de su producción (art. 386 LNM), también sin perjuicio de que pueda repetir, en vía interna, contra el causante último del daño. No obstante, insistimos que los terceros tratarán de demandar también al operador remoto, o al suministrador/instalador del software/hardware como posibles responsables de los daños por contaminación, lo que aconseja otorgarles los mismos beneficios de limitación de que goza el naviero. Derecho éste de limitación que encontraría un nuevo asiento en la necesidad de garantizar la cobertura aseguradora de esos nuevos responsables, así como en el potencial catastrófico de esta nueva tecnología.

En efecto, aunque el buque automatizado pretenda suprimir la influencia del «error humano» en la siniestralidad marítima, siempre habrá un responsable por los «errores humanos» en la fabricación del buque. El Ordenamiento Jurídico, al igual que el ser humano, no acepta fácilmente que no haya un culpable. Necesita un responsable humano (3) . No acepta de buen grado ni la fuerza mayor ni el ser víctima de eventos opacos que no puede comprender. Difícilmente aceptaremos que la responsabilidad humana se difumine en una críptica nebulosa de algoritmos. En este sentido, los buques autónomos son un paradigma de «opacidad», suscitan un efecto «black box», dado que muchos usuarios seguirán sin tener una idea muy clara acerca de cómo funcionan, por lo que exigirán que alguien les indemnice por los destrozos que esa «caja negra» pueda provocar.

Sólo un régimen de responsabilidad limitada permitirá asegurar el catastrófico riesgo potencial derivado de la navegación autónoma

El potencial catastrófico de estos sistemas de navegación autónoma, su ciber-vulnerabilidad y su opacidad se confabularán, en fin, para justificar el establecimiento de un régimen de responsabilidad objetiva, y cuantitativamente limitada, del naviero. Así pues, sólo un régimen de responsabilidad objetiva garantizará la indemnidad de los perjudicados e incentiva la diligencia del naviero. Y sólo un régimen de responsabilidad limitada permitirá asegurar el catastrófico riesgo potencial derivado de la navegación autónoma.

Pero ese régimen de responsabilidad limitada, como hemos dicho, ha de extenderse a nuevos responsables, más allá del naviero, sin perjuicio de que éste último ostente la responsabilidad primaria frente a terceros. Y es que, excluyendo la concurrencia de un supuesto de fuerza mayor, el responsable del daño variará según el tipo de Buque Automático; podemos distinguir así entre varios posibles escenarios, a saber:

1. En los buques por Control Remoto Tripulados la causa del siniestro puede estar originada por:

(a) Un error humano del Operador Remoto (que forma parte de la que podemos llamar «tripulación remota» del buque) al tele-dirigir el buque; (b) Un error humano del tripulante que viaja a bordo (que podemos denominar como «tripulación de apoyo o back-up») cuando controle efectivamente el buque; (c) Un error humano del tripulante de apoyo al no retomar/asumir el control a tiempo (sea o no avisado por el sistema); (d) Un error humano en el mantenimiento del buque (tanto en lo que respecta a su hardware como al software). Dicho error podría ser individual o solidariamente imputable al naviero, al astillero o al suministrador del equipo, según el caso; (e) Un defecto o mal funcionamiento del

sistema (hardware/software) de control remoto (por ejemplo: no avisar a la tripulación de apoyo de que debe retomar el control; una avería en el sistema de tele-dirección del buque o en sus sensores, etc.). En estos casos la responsabilidad no recaería sobre la tripulación remota o de apoyo sino sobre el fabricante o el instalador, según el caso; (f) Una acción de un tercero (inimputable al operador remoto, a la tripulación de apoyo o al sistema operativo del buque). Bajo este epígrafe entrarían los siniestros causados por culpa de otros buques (sean o no automatizados) y, sobre todo, los ciber-ataques (previsibles y evitables); (g) La suma de todas o parte de las anteriores causas. Los casos de concurrencia de causas y compensación de culpas serán probablemente fuente de numerosas disputas entre navieros, operadores, astilleros y fabricantes.

2. En los buques por Control Remoto No Tripulados la causa del siniestro puede estar originada por: (a) un error humano del operador remoto; (b) un error humano en el mantenimiento del buque (hardware/software); (c) un defecto o mal funcionamiento del sistema (hardware/software) de control remoto; (d) la acción de un tercero inimputable al operador remoto (p.ej. un «hacker» o la culpa de otro buque); (e) la suma total o parcial de las causas anteriores.

3. En los buques Autónomos Tripulados la causa del siniestro puede estar originada por: (a) Un error humano del tripulante de apoyo al manejar o no retomar/asumir el control a tiempo (el sistema operativo de navegación autónoma tripulada ha de diseñarse para minimizar riesgos, avisando a la tripulación acerca de cuándo debe asumir o retomar el control); (b) un defecto o mal funcionamiento del sistema (hardware/software) de navegación autónoma (que sería, en su caso, imputable al fabricante o al astillero instalador); (c) un error humano en el mantenimiento del buque (hardware/software), imputable a quien incumbe la citada obligación (sea naviero, astillero o fabricante); (d) la acción de un tercero (imposible de prevenir o controlar por el naviero); (e) la suma total o parcial de las causas anteriores.

4. En los buques Autónomos No Tripulados la causa del siniestro puede estar originada por: (a) un error humano en el mantenimiento del hardware o software del buque (p.ej. supongamos que se omite o no se realiza correctamente una actualización obligatoria del software de navegación autónoma) imputable a quien corresponda la citada obligación (sea naviero, astillero o fabricante); (b) un defecto o mal funcionamiento del sistema de navegación autónoma, que puede ser imputable al fabricante suministrador o al astillero instalador; (c) la acción de un tercero (*i.e.* un pirata informático que realiza un ataque D.o.S. anulando la propulsión del buque o que inculca un virus «ransomware» a bordo exigiendo rescate para liberar el buque de su ciber-secuestro); (e) la suma total o parcial de las causas anteriores.

El resumen gráfico general de lo anterior podría ser reflejado grosso modo en el siguiente cuadro sinóptico:

| RESPONSABILIDAD POR DAÑOS CAUSADOS POR EL ACCIDENTE DE UN BUQUE AUTOMATIZADO | | |
|--|--|--------------------------------|
| ESCALA | CAUSA | RESPONSABLES |
| NAVEGACIÓN REMOTA TRIPULADA / NO TRIPULADA | ERROR HUMANO EN EL MANEJO | TRIPULACIÓN REMOTA O DE APOYO |
| | ERROR HUMANO EN EL MANTENIMIENTO DEL HARDWARE/SOFTWARE | NAVIERO, ASTILLERO, FABRICANTE |
| | HARDWARE/SOFTWARE DEFECTUOSO | FABRICANTE, INSTALADOR |
| | ACCIÓN DE TERCERO | TERCERO |

| RESPONSABILIDAD POR DAÑOS CAUSADOS POR EL ACCIDENTE DE UN BUQUE AUTOMATIZADO | | |
|--|--|--------------------------------|
| ESCALA | CAUSA | RESPONSABLES |
| NAVEGACIÓN AUTÓNOMA TRIPULADA | ERROR HUMANO EN EL MANEJO | TRIPULACIÓN DE APOYO |
| | ERROR HUMANO EN EL MANTENIMIENTO DEL HARDWARE/SOFTWARE | NAVIERO, ASTILLERO, FABRICANTE |
| | HARDWARE / SOFTWARE DEFECTUOSO | FABRICANTE, INSTALADOR |
| | ACCIÓN DE TERCERO | TERCERO |
| NAVEGACIÓN AUTÓNOMA NO TRIPULADA | ERROR HUMANO EN EL MANTENIMIENTO DEL HARDWARE/SOFTWARE | NAVIERO, ASTILLERO, FABRICANTE |
| | HARDWARE / SOFTWARE DEFECTUOSO | FABRICANTE, INSTALADOR |
| | ACCIÓN DE TERCERO | TERCERO |

Mientras que la responsabilidad por un defecto o mal funcionamiento del «hardware» (*i.e.* los equipos físicos del buque, sus sensores, máquinas etc.) no plantea mayores dudas legales, la responsabilidad por un «software» defectuoso, por el contrario, resulta más compleja. Un «software» puede ser defectuoso por contener errores de código («bugs»), por falta de actualización obligatoria o por diseño defectuoso (*i.e.* el programa que no cumple la función para la cual fue diseñado).

No obstante, cuando hablamos de «machine learning», puede surgir otro problema: el algoritmo requiere aprendizaje, debe tener una cierta experiencia acumulada para saber reaccionar. Por eso el mercado ofrecerá algoritmos de distinta calidad, donde prevalecerán los mejores, los más expertos. Resta por ver si las autoridades permitirán, al igual que ya sucede con los productos farmacéuticos, comercializar sistemas de navegación autónoma basados en algoritmos no lo suficientemente testados. En nuestra opinión, sólo deberían autorizarse los sistemas de *machine learning* que hayan superado previamente una serie de controles oficiales de calidad, pues en caso contrario se pondría en riesgo la seguridad de la navegación marítima.

Cuestión diversa, en la que no podemos entrar ahora, es la «programación ética» del algoritmo, donde el fabricante decide qué bien jurídico ha de prevalecer en caso de conflicto; cuestión que ha despertado un vivo debate en el ámbito de los vehículos rodados sin conductor (sobre el particular cabe consultar el informe preparado por una comisión de expertos —obispos incluidos— para el ministerio de transporte alemán: www.bmvi.de).

En este sentido cabría especular, por ejemplo, con el diseño de un algoritmo programado para cumplir con las reglas de avería gruesa, las de salvamento de la vida humana en el mar, las de anti-colisión o de prevención de la contaminación, priorizando los bienes jurídicos en peligro.

En caso de necesidad, ¿debería auto-barrenarse un petrolero y naufragar en alta mar antes de irse contra las rocas?; ¿Debería colisionar con un buque gasero antes que con un crucero de pasaje?; ¿Debería amortiguar su inercia descontrolada sobre un buque abarloado antes que colisionar contra el cantil del muelle y rajarse como una lata de refresco?; ¿debería desviar su rumbo en todo caso para prestar ayuda a un cayuco de inmigrantes a la deriva?

Parece, en fin, que junto a ingenieros navales y marinos, los navieros del futuro necesitarán poner en nómina a «hackers», expertos en robótica, abogados y filósofos.

- (1) Compuesto principalmente por dos normas: (a) la Ley 14/2014, de 24 de Julio, de Navegación Marítima (**LNMM**) y (b) el Real Decreto 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante (**LPEMM**).

[Ver Texto](#)

- (2) Revisaremos los principales Convenios Marítimos internacionales (ej. **SOLAS, UNCLOS, MARPOL, COLREGS, ISM, ISPS, STCW, MLC, PARIS MOU, FAL, SALVAGE**).

[Ver Texto](#)

- (3) GONZÁLEZ PELLICER, José Manuel, Apostolos Mangouras: «el hombre de Mimbre», *Diario LA LEY*, n.º 8703, 2016.

[Ver Texto](#)