

UN BUQUE ATRACA

Por FRANCISCO ENRIQUEZ AGOS

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Se hace referencia en este trabajo a todos aquellos fenómenos y circunstancias presentes en la maniobra de atraque; se llama la atención sobre la necesidad de ponerlos de manifiesto en las hipótesis y fórmulas utilizadas en el proyecto de un sistema de defensas, y se esbozan una serie de normas a que debe atenderse tal sistema.

Debemos confesar que si no fuera por una especie de complejo técnico, que nos recuerda que formamos parte de esa legión de seres de sangre fría que se alimentan de números (también los técnicos tenemos nuestra pequeña leyenda negra), nos gustaría comenzar estas líneas entonando una oda, cuyo motivo poético fuera el fraternal abrazo que mar y tierra se propinan cuando sus respectivos representantes, el buque y el muelle, entran en contacto, como resultado de la maniobra de atraque. De todas formas, fruto de un tímido atrevimiento es el título, en el que se adivina la influencia del cine neorrealista.

Pero a nuestro cerebro pitagórico, firme en sus convicciones, sólo se le ocurre preguntar: ¿Qué tiene de particular el que un buque atraque? Nada que no sea espectáculo para el común de las gentes, e incluso hasta hace pocos años nada tenía de especial para el mismo ingeniero portuario, como no fuera el apreciar que a veces el abrazo era excesivamente fraternal y resultaba demasiado efusivo en sus manifestaciones y resultados.

Atreviéndonos a hacer una comparación, no sabemos si acertada pero nos tenemos que vulgar, entre la maniobra de atraque y los constipados, podríamos decir que el equivalente para los males de la primera de los sinapismos y la aspirina empleados antes en la cura de los segundos, lo constituían la interposición entre el buque y el muelle de unas maderas o de unas cubiertas viejas de neumáticos.

Más así como hoy se intenta curar los catarros con penicilina, el progreso técnico, siempre marchando hacia adelante, impuso la necesidad de modernizar o mejorar (lo que no siempre es lo mismo) las condiciones del atraque, e introdujo, no hace mucho, el empleo de unos artefactos (palabra que no debe tomarse en sentido despectivo sino calificativo) llamados defensas.

La fértil inventiva humana, espoleada por el amplio mercado que a tales elementos se abría, creó rápidamente y sigue produciendo, múltiples tipos de defensa, más o menos eficaces, más o menos complicadas, y más bien costosas casi todas ellas. Pero no lo lamentamos, es el signo de los tiempos. También es, en general, menos costoso ir a pie y, sin embargo, procuramos ir siempre en automóvil. Y de paso añá-

diremos, que no es nuestra intención sumergirnos en la descripción de los diversos tipos, ni tan siquiera indicar su cálculo, que estimado en sí mismo no ofrece para ninguna de las defensas dificultad alguna, ya que en definitiva se trata de calcular el trabajo desarrollado por una fuerza, constante o variable, a lo largo de un desplazamiento, sea éste horizontal, vertical o combinación de ambos.

Volviendo, pues, a nuestro poético abrazo, lo primero que constatamos es cuán distinta es la actitud y qué otra la precaución que adoptamos para dar un abrazo, según se trate de una persona obesa o de una sílfide, lo que traducido a nuestro ambiente salino significa, que no es lo mismo atracar en uno u otro muelle de los representados en las figuras que acompañamos.

En figura 1.^a se ve un muelle robusto, indestructible en sus partes vitales y que puede permitirse el lujo de disponer de unas defensas mínimas seguro de que la elasticidad que le falta será aportada, en último extremo, por la deformación irreversible, vulgo abolladura, del casco del buque que se aventure locamente a su encuentro.

Y en la figura 2.^a, en cambio, una parca estructura espiritualizada, que precisa escudarse tras robusta y amenazadoras defensas, que impongan al buque el respeto que su frágil figura no le procura.

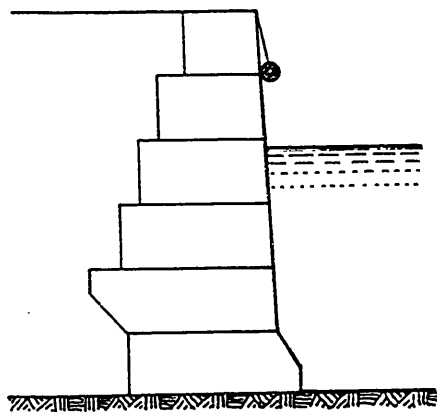
Ambas figuras representan, como diría el castizo, la diferencia que hay entre el "ven y verás" del muelle y el "allá voy" del buque.

Como sucede siempre en la vida, toda exposición de doctrina, basada en situaciones extremas, lleva como coletilla la afirmación de que la virtud se encuentra en el justo medio: ni el obeso núm. 1 debe abusar de su masa y avasallando al buque presentarse a cuerpo limpio, ni la sílfide núm. 2 debe confiarse tanto a sus defensas. El primero, deberá acolcharse para proteger al casco del buque de presiones excesivas y, el segundo, debe pensar en lo que le sucedería si, rebasando el escudo protector, un buque abordara su estructura con ímpetu excesivo.

Y ya que parece que estamos rondando el área de las colisiones de atraque, debemos señalar que a) el buque cuesta más que el muelle, b) el bien común se ve más afectado por averías en el muelle que en

buque y c) éste se repara antes que aquél y con más facilidad. Plántese la ecuación, añádase la sal y pimienta de las circunstancias particulares y dedúzcase en cada caso el criterio de protección más conveniente.

De lo que no cabe duda es que, modernamente, está mal visto proyectar un muelle sin que vaya pro-



visto de su correspondiente sistema de defensas, para cuya elección habrá que tener en cuenta las características técnicas específicas de cada tipo, el costo de primera adquisición y, sobre todo, el de su conservación.

Y he aquí llegado el momento en que presentamos al lector al personaje de nuestra historia: un ingeniero, novato en estas lides, que se enfrenta por vez primera con la responsabilidad de proyectar y calcular un sistema de defensa.

Como él es un técnico, lo primero que quiere hacer son números y comienza por escribir esta sencilla fórmula:

$$E = \frac{1}{2} F \cdot d,$$

es decir, la energía a amortiguar por las defensas debe ser igual a un medio de la reacción final del sistema por el desplazamiento del mismo, suponiendo correspondencia lineal entre estos últimos factores. Fácil ¿verdad? La energía la trae el buque, el desplazamiento viene dado por el tipo de defensa escogido y la fuerza es la máxima que admite o el muelle. Apparentemente no se puede pedir más.

Si el muelle es nuestro conocido núm. 1, incluso puede uno olvidarse de la F en lo que a él respecta: aguanta "lo que le echen". La defensa, por su parte, dirá cuál es la reacción máxima que admite en paz.

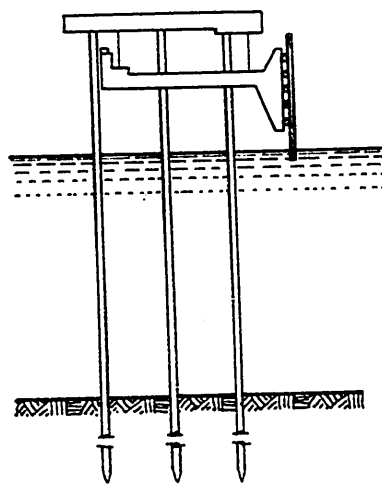
A lo que parece, basta, pues, con determinar el valor E para tener resuelto el problema. Y ¿no le han enseñado a nuestro personaje que:

$$E = \frac{1}{2} m v^2,$$

o sea que la energía es igual a un medio de la masa por la velocidad al cuadrado? Pues adelante, todo consiste ahora en transformar la letra v en un número, ya que la m es el tonelaje de desplazamiento del buque, dividido por la aceleración de la gravedad.

Y como ya hemos indicado que nuestro hombre es un novato, se apresura a rebuscar entre sus libros y revistas el dato que le falta, esa v tras cuya modestia se oculta nada menos que "la velocidad de aproximación del buque", medida normalmente a la línea de atraque.

Más ¡ay! parece que al llegar a este punto, el rectilíneo razonamiento seguido hasta ahora, se curva y entrelaza para desembocar en un auténtico laberinto. Porque en este libro se lee que el valor de v a introducir en los cálculos es el de un pie por segundo, que es una cifra muy redonda y muy inglesa, tanto que se hace sospechosa si ha de aplicarse a cualquier buque y en cualquier circunstancia. Y en aquella revista encuentra un artículo hablando de experimentos, realizados incluso con un muelle construido a propósito, que llevan afirmaciones de que la velocidad más probable es la mitad de la mencionada anteriormente, que en realidad se da muy pocas veces. Pero aún va más allá su desconcierto al leer otros trabajos en que se habla de diferentes velocidades para buques



en carga o en lastre, para buques de 10 000 Tn. de desplazamiento y para buques de 45 000 Tn., razonamientos estos últimos que le parecerían convincentes, si no leyera a continuación opiniones que expresan que no se pueden aplicar a otras circunstancias mediciones realizadas en unas determinadas, que las corrientes y vientos pueden cambiar la afirmación apriorística de la mayor velocidad del buque en lastre y que si bien un buque de menor desplazamiento es susceptible de atracar con una velocidad de aproximación mayor, la inferior velocidad del de más des-

plazamiento puede verse contrarrestada por su menor capacidad maniobrera, lo que obliga a tener en cuenta los efectos derivados de posibles colisiones.

Todas estas consideraciones y opiniones, que nuestro ingeniero lee en la profusa literatura dedicada a este problema, le hacen comprender que el convertir la v en un número no es empresa tan fácil como parecía: recapacita, se apasiona por el problema (literalmente hablando, está ya cogido entre el buque y el muelle) y fruto de sus reflexiones y lecturas es la lista impresionante de circunstancias, fenómenos y condiciones que influyen en la famosa velocidad de aproximación o de deriva y que a continuación se detallan, sin que podamos estar seguros de que al leerla no surja alguien diciendo: Bien, pero es que en mi puerto ocurre que:

- a) La masa del buque, es decir su desplazamiento.
- b) La superficie frontal sumergida de su casco y la expuesta al viento.
- c) La distancia de recorrido hasta el muelle, llamémosla la distancia de "toma de carrerilla" del buque.
- d) Las olas, vientos y corrientes de la zona.
- e) Las características peculiares de la maniobra de atraque (por ejemplo, si el buque vira o no al atracar) y sus medios auxiliares (boyas de amarre, remolcadores).
- f) La propia naturaleza, buena, regular o mala del sistema de defensas elegido (no es lo mismo dejarse caer sobre el duro suelo que sobre un colchón).

Si se barajan todas estas consideraciones, se emplean dos o tres fórmulas que andan por ahí, sin admitir que sus resultados vayan a misa y no se pierde uno, puede salirse bastante airoso del trance, piensa nuestro novato. Por lo menos con algunas ideas que pueden darse por buenas, tales como que la velocidad de un buque en lastre es generalmente mayor que la de uno en carga (naturalmente hablamos del mismo buque), que no es lo mismo atracar en una dársena limitada y abrigada y con remolcadores, que en una amplia bahía sin ellos y que si bien el buque de menor desplazamiento es susceptible de atracar con mayor velocidad, al de gran desplazamiento, por su maniobrabilidad más escasa y potencia de máquinas proporcionalmente menor, no conviene suponerlo con una velocidad reducida, aunque no sea más que por introducir en su supuesta velocidad un coeficiente de mayorización, el cual, por otra parte, debe existir en todos los casos para absorber los efectos poco previsibles de olas, vientos y corrientes, que pueden presentarse esporádicamente durante la maniobra de atraque.

Así llegamos a manejar velocidades comprendidas entre 0.10 y 0.50 m./s., cuyo valor medio es por pura casualidad nuestro famoso pie por segundo. Esto nos anima a escribir de nuevo la fórmula así:

$$E = \frac{1}{2} m (0.3 \cdot K)^2 \text{ con } \frac{1}{3} < K < \frac{5}{3}.$$

¿No es cierto que produce satisfacción encontrar por fin algunos números entre tanta "paja"? Bien, pero a nuestro novato no le causa tanta su formulación, pensando en que alguien se los puede echar en cara.

Bueno, novato, parece que hemos tocado fondo; ya sólo resta el traducir esa fórmula a números y proyectar unas defensas que absorban la energía resultante. Pero él, bastante aspeado por lo anterior y un tantico avisado, ya no está dispuesto a admitir las cosas que parecen tan fáciles, sin tratar antes de volverlas del revés, por ver si tienen trampa.

Y así comienza a pensar, en qué fenómenos raros pueden ocurrir cuando el buque, defensas por delante, se pone en contacto con el muelle. Y lo que ve, lee y entiende le confirma su postura suspicaz: no se puede asegurar con carácter general cuál sea el intercambio de energía que se produce entre buque y muelle (entendido éste como el conjunto de la instalación de atraque) y ni si este intercambio está presidido por un coeficiente mayor o menor que la unidad. Nuestro colega está ya tan lanzado que acaba de decir que las defensas pueden absorber más energía que la que trae el buque ¿Será posible?

Ni siquiera en un atraque perfectamente paralelo y centrado con el muelle, cabe decir que el intercambio de energía sea del 100 por 100, pues la sola consideración de que el punto de contacto no sea el del centro de gravedad del buque, hace suponer que por escora se disipa parte de la energía que trae. Y además hay que tomar en consideración la que puede absorber elásticamente el casco del buque.

Cuando la maniobra de atraque es de tal naturaleza que aquél se produce inclinado y no centrado (lo cual es lo más corriente), la determinación del porcentaje de energía absorbida por el muelle se complica extraordinariamente y la serie de efectos que intervienen en su determinación forman una lista tal, como ésta:

1. Angulo α , de aproximación del buque con la línea de atraque.
2. Distancia, tanto horizontal como vertical, entre el punto de contacto y el centro de gravedad del buque.
3. Longitud de la línea de atraque con respecto a la eslora del buque.
4. Distancia de la quilla al fondo.
5. Rigidez característica del casco del buque, del sistemas de defensas y del propio muelle; más dos factores de suma importancia, según el tipo de muelle y que son:

A) La masa de agua aprisionada entre buque y muelle en el caso del núm. 1.

B) La masa hidrodinámica o masa de agua asociada al navío, en el caso del núm. 2, el primero de los cuales tiende a frenar al buque disminuyendo así su energía y el segundo, que es la última diablura sacada a la luz en este complicado asunto,

constituye un segundo escalón o impulso de energía que puede en ocasiones sumarse a la del buque, si un parámetro de frecuencia de su propiedad, la velocidad de aproximación y los efectos 4 y 5 así lo disponen. Esto es, ni más ni menos, que confirmar la valiente afirmación de nuestro novato de que el coeficiente de intercambio de energía entre buque y muelle puede ser mayor que la unidad.

Todo este bonito crucigrama es el responsable de que, tirando un poco por la calle de en medio, surja el equivalente de nuestro anterior pie por segundo: el no menos famoso coeficiente 0.40 que pretende sacarnos de apuros diciéndonos que la cantidad de energía absorbida por el muelle es el 40 por 100 de la estimada como perteneciente al buque.

Es natural que nuestro hombre se ponga inmediatamente en guardia frente a esta cifra de aspecto mágico y que, en consecuencia, trate de hacerse con una distribución o reparto de energía que le merezca más confianza, lo que por otra parte no es tan sencillo, ya que si bien los efectos 1, 2 y 3 están más o menos puestos de manifiesto a través de unas fórmulas que con mezcla de empirismo y raciocinio nos proporcionan una primera aproximación, los restantes efectos y sobre todo los *A* y *B* no son fáciles de codificar.

Por ello, para sacar a la luz sus dudas y tranquilizar su conciencia, procede a complicar un poco más la fórmula de la energía, escribiéndola así:

$$E = K' \left[\frac{1}{2} m (0.3 \cdot K)^2 \right] \pm e \text{ con } 0.25 < K' < 1.0,$$

especificando además, que el valor resultante no es ya la energía que trae el buque, sino la que absorben o deben absorber las defensas, que si antes parecían una y la misma cosa, ahora ya no lo son. El término *e* ostenta la representación de los factores *A* y *B* de que antes hablábamos.

Llegados a este punto parece en verdad que como prestidigitadores nos hemos pasado de rosca: hemos sacado tantos conejos del sombrero que ya no sabemos qué hacer con ellos. En realidad lo que hemos pretendido es confeccionar una fórmula de la energía, que en forma más o menos condensada contenga todos los datos y aspectos de la cuestión. Ahora están todos, bueno, quizá si miráramos el fondo del sombrero veríamos algún conejo más: mejor no mirar ¿verdad?

Prescindamos ahora, aun a sabiendas de su importancia, del factor *e* que en su expresión positiva es todavía poco conocido y no ha traspasado los umbrales de los laboratorios y en su valor negativo constituye un caer del lado de la seguridad. Centre-mos nuestra atención en el primer sumando de la fórmula.

Nuestro personaje está ya un poco harto de tanta filosofía pseudocientífica y un tanto barata a veces, y volviendo por los fueros de su condición de técnico

lo que desea ansiosamente es manejar cifras ¡ben-ditos números en cuyo ascetismo no cabe las fntas ni los florilegios mentales! Y ni corto ni perezoso se entrega a la fascinante tarea de comprobar los cálculos, que de sistemas de defensas de muchas campanillas, pueden encontrarse en la literatura del ramo.

Y he aquí tres bellos ejemplos dignos de figurar en una antología del género.

Ejemplo 1. — Comprobación de un sistema de tres defensas de caucho, capaces de absorber 27 m. de energía cada una.

Buque de 40 000 Tn. de desplazamiento a 0.20 metros/s. ($k = 2/3$).

Atraque paralelo: $E = 1/2 (40\,000 : 9.81) 0.2^2 = 80 \text{ m.}; k' = 1.$

A cada defensa le corresponde absorber 26,66 metros. Correcto.

Atraque inclinado tocando a una sola defensa (no fija α):

$$E' = \frac{1}{3} E,$$

luego es correcto también, deduce tranquilamente. ¡Maravillosa coincidencia! ¿Es que alguien es capaz de creer que si el número de defensas hubiera sido 4, la energía en el atraque oblicuo hubiera resultado $1/4$ de E ? Sólo un mal pensado pudiera suponer tal cosa.

Ejemplo 2. — Comprobación de que el sistema de defensas proyectado, no produce una reacción final superior a la sollicitación horizontal máxima prevista en el cálculo del muelle.

Después de describir con todo lujo de detalles los diversos casos de atraque y establecer en 15° el ángulo límite entre atraque normal y catastrófico, comprueba las defensas con un ángulo de 1° , calificándolo de *relativamente grande*. Y se nos ocurre preguntar: ¿Qué pasará cuando el ángulo sea de 2° , 3° ó 4° , que en absoluto son ángulos grandes, para los que la mitad de las defensas de caucho de que dispone no actúan y parte de las otras agotan su capacidad de deformación?

Ejemplo 3. — Muelle petrolero para buques de 48 000 Tn. de desplazamiento.

Calcula la velocidad de aproximación a partir de una fórmula que da la velocidad de deriva de un buque en función de sus superficies sumergidas y expuestas al viento: obtiene 0.30 m./s., es decir, trabaja con $k = 1$:

$$E = 0.4 \times \frac{1}{2} (48000 : 9.81) 0.3^2 = 90 \text{ m.}; K' = 0.4,$$

y a continuación agrega este inefable párrafo: "Teniendo en cuenta el escaso número de buques de este desplazamiento que atracarán, la presencia de

tres remolcadores en el puerto y la dificultad de adaptar una defensa aceptable a los muelles proyectados, nos hemos limitado a disponer defensas que absorban 60 m."

Sin comentarios.

No sería de extrañar que, llegados a este trance, nuestro personaje sintiera ganas de llorar y de declararse vencido, o bien, curtido por la adversidad, llegase a la conclusión de que el proyecto de un sistema de defensas es una cuestión de ojo y nada más. Cualquiera de las dos aptitudes, por extrema, es desacertada.

Se trata más que nada, de hacer uso de unos conceptos y de unas fórmulas con criterio ponderado, es decir, con estimación en nuestro caso de las características peculiares de la maniobra de ataque y de las circunstancias físicas en que se produce, lo cual da lugar a la introducción de unos coeficientes de seguridad, cuyos límites hemos tratado de fijar tímidamente, pero sobre los que restan criterios de estimación que van desde la pericia del práctico que realiza el ataque, hasta tener en cuenta las consecuencias de las posibles averías en el buque o en el muelle. Con esto queremos indicar lo aventurado que es el ajustarse rigidamente a los resultados suministrados por unas fórmulas, que se aplican a un caso particular, sin tener en cuenta la serie de imponderables que rodean al fenómeno físicamente considerado. Lo que a fin de cuentas no es decirle nada nuevo a un ingeniero.

Y menos mal si al final no se da la circunstancia que tantas veces se da) de que calculada, mejor dicho, establecida la energía a amortiguar y proyectadas las defensas capaces de absorberla, nos topeamos con el vil metal y su volumen nos eche abajo nuestros hermosos cálculos e hipótesis. Porque entonces tendremos que recurrir al poco científico, pero práctico y obligado procedimiento de razonar de este modo: El muelle podrá contar con X pesetas de defensas, que a Y metros absorbidos por peseta nos dan Z metros de energía total absorbida, lo que significa que el buque se aproximará con una velocidad de V metros/s. Si este valor no resulta inadmisiblemente (es decir, muy bajo) a la vista de las condiciones en que normalmente ha de realizarse el ataque, podremos en cierto modo dormir tranquilos. Y hasta respirar hondo, pensando en que nunca hemos oído de un muelle que se haya caído por fallo de defensas o un buque hundido por lo mismo, siempre, claro está, moviéndonos en la zona de los ataques no catastróficos.

Pero, ¡por Dios!, que no se nos interprete como incitando a que se calculen así los sistemas de defensas; es meramente la exposición del fruto amargo de un imperativo económico que puede darse en alguna ocasión. Téngase en cuenta que destinar a defensas más de un 15 por 100 del costo del muelle, resulta ya oneroso en la mayor parte de las veces. Excluimos, sin embargo, de esta consideración los

sistemas integrales de defensa, entendiendo por tales aquellos en que no existe el muelle (Duques de Alba aislados) o en que éste no participa en el ataque, consistiendo su papel en un mero sostén de las instalaciones terrestres.

Pasemos ahora a considerar el segundo miembro de la igualdad fundamental escrita al comienzo de estas líneas. En ella nos encontramos con el valor F , que es la fuerza final con que reacciona el muelle a la energía del buque, convertida en fuerza de empuje a través del sistema de defensas. Constituye un dato de vital importancia para muelles del tipo del número 2, ya que la operación de empujes superiores a los previstos en los cálculos de estabilidad, puede dar al traste con el muelle o causarle serias averías.

No se piense que es un dato que resulta automáticamente deducido del proyecto de las defensas, pues como su origen es una energía, sobre cuyo establecimiento no tenemos la conciencia tranquila, mucho menos la tendremos sobre el valor de la F resultante, en el que nos jugamos la integridad física o la misma vida del muelle.

En realidad, es más tranquilizador y seguro el establecer *a priori* el valor máximo de F , que nos sirva para calcular el muelle y comprobar después que la reacción máxima admitida por el sistema de defensas, una vez agotada su capacidad de absorción de energía, no sobrepasa dicho valor.

Esta sollicitación exterior no debe ser igual, ni fijarse con el mismo criterio, según se trate de línea de ataque continua o bien discontinua o aislada.

En el primer caso, la rigidez del tablero pone a contribución defensiva una longitud importante de muelle, y dado que se acostumbra a comprobar su estabilidad por rebanadas o secciones, parece lógico fijar la sollicitación exterior por metro lineal de línea de ataque. Pero ¿qué valor, y con qué criterio ha de fijarse? ¿A buques menores les corresponderá menor empuje o la proporción será inversa, como pretenden algunos en el caso de la energía? A este respecto nuestro ingeniero ha desempolvado un ejemplo muy instructivo.

Se trata del Pliego de Bases para el proyecto de una instalación de ataque de mineraleros (¡horrible palabreja!) hasta de 100.000 t. p. m.

Condición: En los cálculos se tendrá en cuenta un empuje horizontal de 7 t./m.l. de línea de ataque.

Consulta: ¿No parece excesiva esa cifra?

Respuesta: Téngase en cuenta que se trata de buques de 100.000 Tn.

Por lo menos en esta ocasión fué decisivo el efecto psicológico de la masa.

De todas formas y para buques de tipo medio (150 m. de eslora) no parece que pueda bajarse de 3 t./m.l. En el otro bando se encuentran la consideración de la fuerza máxima por m.l., que es capaz de

soportar el casco del buque, y que es muy variable con cada tipo.

El problema es distinto cuando se trata de línea de ataque aislada (Duques de Alba, plataformas aisladas), ya que entonces la estimación debe hacerse con carácter global, y en el caso de las plataformas, incluso estableciendo con sumo cuidado los puntos de aplicación por la importancia que pudieran representar los momentos de torsión. Para citar alguna cifra, podemos decir que para un petrolero de 32.00 t. p. m., no se debe contar con menos de 200 Tn. de empuje y aumentar esta cifra a medida que las condiciones del ataque sean peores o los buques sean mayores. Criterios de este tipo pueden encontrarse rebuscando en los cálculos de instalaciones en funcionamiento, lo cual no deja de ser una razón aceptable a despecho de su empirismo.

Todavía podemos señalar en esta "fenomenología defensiva" un aspecto curioso que atraiga nuestra atención. Y es que hasta ahora se ha hablado de velocidades y empujes normales a la línea de ataque: pero no debemos olvidar que al atracar, el buque lleva, en la mayoría de los casos, una componente de velocidad, y, por consiguiente, de energía, paralela a la línea de ataque, cuya aparición nos conduce de la mano al problema de determinar cuál es el coeficiente de rozamiento entre buque y muelle o entre aquél y el sistema de defensas.

Recurriendo, como antes, a nuestro socorrido empirismo, podemos mencionar cifras que oscilan entre 0.15 y 0.35, aunque siempre expuestas sin ningún intento de razonamiento. Realmente, para su determinación, debería considerarse el tipo de sistema de defensa con que cuenta el muelle, y las características de éste, sobre todo teniendo en cuenta que la estimación correcta de este coeficiente (y aquí léase *amplia por correcta*) supone, para algún tipo de instalación y concretamente los Duques de Alba, el fijar los momentos de torsión más elevados que hayan de sufrir.

No nos resistimos a materializar un pensamiento ingenio que se nos ocurre acerca de este asunto: ¿Qué pasa con tantos sistemas de defensa, cuya ri-

gidez transversal les impide teóricamente absorber ninguna energía en esa dirección? ¿Será que no se rompen, a pesar de todo, o que si se averían no nos enteramos?

Como corolario final, y bajo el temor de confundir más que de aclarar, osamos aconsejar que no se proyecten unas defensas tan excelentes, tan mullidas y por ende tan caras, que el buque se vea tentado a despreocuparse de lo que pueda sucederle en el ataque, creyendo ir a topar con un lecho de rosas; ni tampoco tan exiguas que las rocas se le asemejen cardos. ¿Dónde, pues, pararse en un proyecto de defensa? ¡Ah!, si supiéramos contestar atinadamente a esta pregunta nos habiéramos ahorrado mucha literatura. En términos generales, no es aconsejable engordar sistemática y abundantemente los valores de E , F y α , dejando, también, su parte al azar y a la declaración de averías (¡oh, perenne fuerza mayor!), como traducción a términos marineros del rebasamiento del coeficiente de seguridad.

Y antes de que al pacienzudo lector que nos haya seguido hasta aquí se le ocurra preguntar que cómo se proyecta en realidad un sistema de defensa, habrá que confesar en secreto que nuestra intención primitiva era tratar de decírselo, pero que al enredarse la madeja, lo único que hemos conseguido es ponerle en las manos una baraja, que bien barajada, puede proporcionar buenas jugadas. Pero eso sí, a condición de no hacer trampas ni servirse póquer de mano.

Y lo único que nos resta ya por hacer es solicitar benevolencia por tanta flagrante muestra de heterodoxia científica, que este trabajo encierra.

Bibliografía.

- XVIII Congreso Internacional de Navegación, S. II-Q. 2.
- XIX Congreso Internacional de Navegación, S. II-Q. 2.
- Dock and Harbour Engineering*, vol. II, 13.
- A. I. P. C. N.* Boletín núm. 4.