

CORRIENTES Y OSCILACIONES DE RESACAS EN EL INTERIOR DE LOS PUERTOS

Por RAMON IRIBARREN CAVANILLES con la colaboración de CASTO NOGALES OLANO, Ingenieros de Caminos.

Aporta el autor muy interesantes ideas y observaciones sobre el fenómeno de las resacas en el interior de los puertos, que tantos problemas plantea a la técnica marítima, y propone la colaboración de todos para llegar a su resolución, en la que pondría su mayor entusiasmo y mejor voluntad.

Uno de los fenómenos más molestos que se producen durante los fuertes temporales de mar, en el interior de algunos puertos, son las resacas, entendiendo exclusivamente por tales, para evitar confusiones, las corrientes alternativas de mucho mayor período que el del oleaje.

Suele ser tal su violencia, principalmente en algunos pequeños puertos pesqueros, que llega a producir la rotura de fuertes amarras, con grave peligro para las embarcaciones fondeadas en sus dársenas.

Aunque, generalmente de menor violencia, son también molestos y hasta peligrosos sus efectos en algunos puertos mayores, por lo que su estudio, con carácter general, es interesante.

Es grande la desorientación, hasta hoy existente, respecto a las causas, procesos de formación y modo de combatir a este molesto y temido fenómeno, por lo que, sin la pretensión de haber resuelto totalmente los complejos problemas planteados, estimamos conveniente hacer llegar a cuantos compañeros se interesan por ellos, las observaciones efectuadas y las ideas que de ellas se deducen por sí, con la entusiasta y eficaz colaboración de todos ellos, con la que no dudamos contar, nos es dado llegar a resolverlos con aproximación práctica suficiente.

De las numerosas observaciones efectuadas en las dársenas de los pequeños puertos pesqueros guipuzcoanos, se deduce, en primer lugar, que el período de estas corrientes alternativas, fácilmente medible en sus bocas, donde son máximas, son mucho mayores que las del oleaje, que en los máximos temporales se aproxima a los 18 segundos, llegando los períodos de dichas corrientes máximas de resacas a los 250 segundos, o sea a algo más de cuatro minutos.

Durante los temporales de menor violencia, se observan corrientes de resaca, también menos peligrosas pero aun dignas de ser tenidas en cuenta, de algo más de tres minutos y medio de período, o sea de unos 220 segundos.

Las máximas amplitudes de las oscilaciones verticales, que tienen, generalmente, lugar en el extremo opuesto a la boca de la dársena, en cuyo extremo las

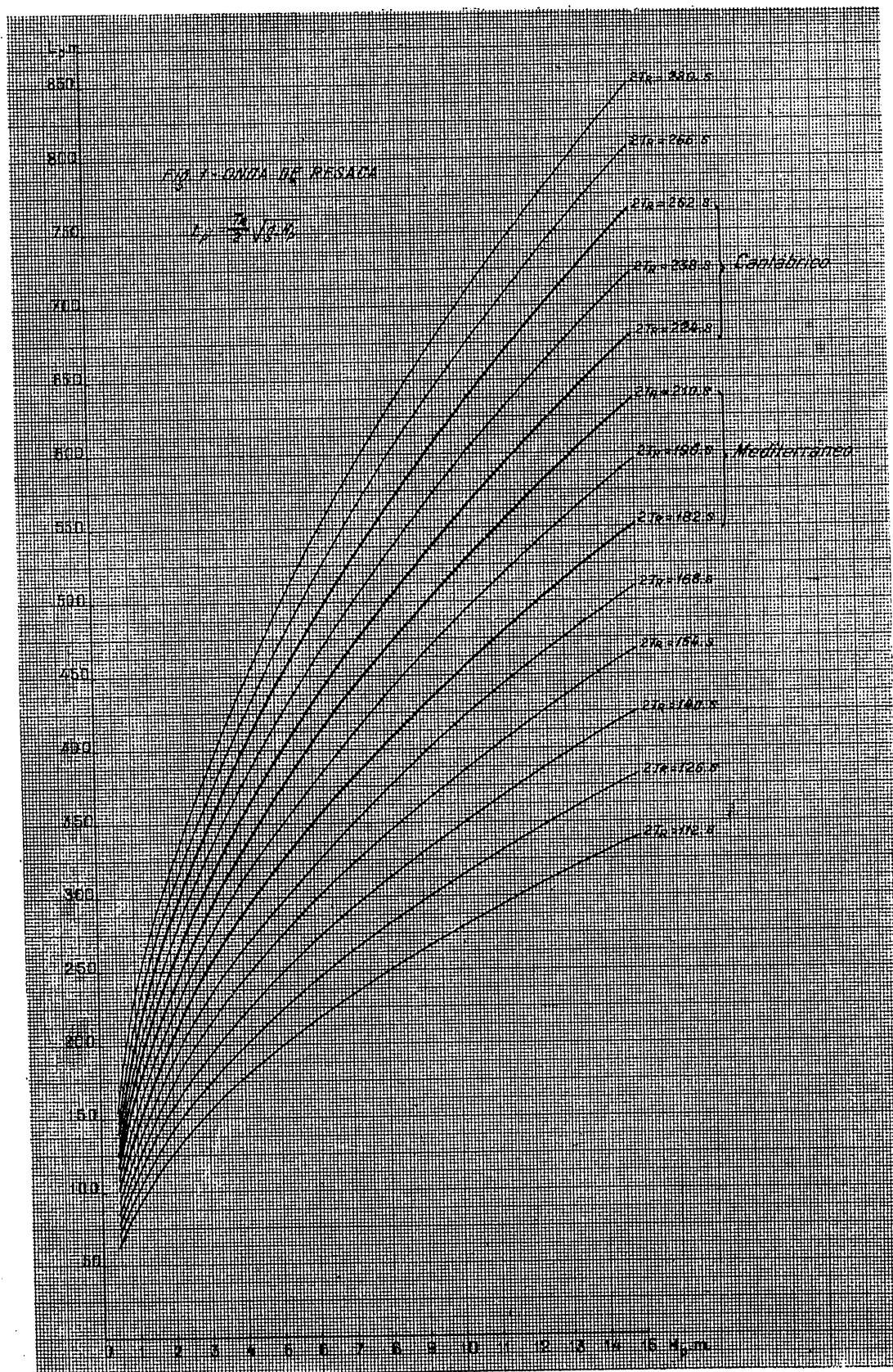
corrientes horizontales casi se anulan, llegan, y frecuentemente rebasan, el metro y medio de altura.

Observado el fenómeno en el exterior de los puertos, bien en las playas, cuyos grupos de olas máximas llegan también con cierto ritmo a ascender más en sus suaves pendientes que los grupos siguientes, o bien en los canales que se suelen formar en el fondo arenoso o fangoso de las rías donde ya no llegan las olas, pero también se observan rítmicas y lentas pulsaciones, se comprueba que, dentro de la lógica variación de estos complejos fenómenos naturales, los períodos medios aproximados de todas estas rítmicas oscilaciones coinciden sensiblemente con los indicados para las corrientes de resacas.

En cambio, la amplitud vertical de estas oscilaciones del mar, fuera de los puertos, es mucho menor que la observada en el interior de las dársenas que sufren fuertes resacas, reduciéndose a pocos decímetros de altura.

Verificadas, con la máxima profusión posible, estas observaciones en el exterior e interior de las dársenas, lógicamente surge la idea, dada la concordancia de período y gran diferencia de amplitudes, de que las intensas oscilaciones de las dársenas afectadas por las máximas resacas son, simplemente, oscilaciones de estas dársenas, originadas por la, en cierto modo, rítmica oscilación del nivel medio del mar en temporales, amplificada por resonancia, siempre que, como es lógico, el período propio de oscilación de la masa de agua contenida en la dársena, concuerde o se aproxime mucho al de la relativamente débil oscilación de dicho nivel medio del mar, de mucho mayor período y mucha menor amplitud, como anteriormente se ha indicado, que el oleaje. A esta onda de nivel medio la denominamos onda de resaca por ser, probablemente, la causa del interesante y temible fenómeno que nos ocupa.

Como también se ha indicado ya, en la parte exterior de las bocas de las dársenas se observan las máximas corrientes horizontales y alternativas, siendo mínima la variación vertical de su nivel, lo que parece fundadamente indicar que dicha zona constituye un



nodo del movimiento, como es lógico que suceda, por estar esta zona exterior de la boca situada en el mar, cuyo nivel medio, no el superficial de las olas, varía relativamente poco.

En la parte de la dársena opuesta a la boca se observan las máximas amplitudes verticales a que antes nos hemos referido, siendo las corrientes horizontales casi nulas, lo que también, con toda lógica, nos comprueba que esta parte constituye un vientre de la oscilación estudiada.

Estamos, pues, seguramente en presencia de la clásica y tan frecuente oscilación amplificada por resonancia, del cuarto de longitud de onda, comprendida entre un nodo, situado en las inmediaciones del exterior de la boca, y un vientre, situado en el extremo opuesto, o fondo, de la dársena.

En el frecuente caso de dársenas alargadas y de forma poco complicada, es fácil la medición de esta longitud media de dársena, que denominaremos L_p , comprendida entre la boca, o nodo, y dicho extremo opuesto, o vientre. En los demás casos también se puede determinar, aunque con menos aproximación, dicha longitud, o desarrollo, del cuarto de longitud de onda de resaca, comprendido en el interior de la dársena.

Tenida cuenta de los largos períodos de la onda de resaca, anteriormente indicados, y aun para períodos mucho más cortos, es fácil comprobar, como más adelante veremos, que para las profundidades interiores de los puertos, generalmente menores que $H = 10$ metros, puede sustituirse con gran aproximación $T_{gh} \frac{\pi H}{L}$ por su pequeño argumento $\frac{\pi H}{L}$, con lo que la expresión de la celeridad

$$C = \sqrt{\frac{g}{\pi} \cdot \frac{L}{K}} = \sqrt{\frac{g}{\pi} L \cdot T_{gh} \frac{\pi H}{L}},$$

se reduce a $C = \sqrt{gH}$.

Si, además, se tiene en cuenta que, en las condiciones expuestas, el cuadrilátero de avance (véase REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS de 1.º de enero de 1941) abarca a toda la dársena, se deduce que la profundidad de propagación de la onda de resaca se aproximará a la profundidad media, fácil de determinar en cada estado de marea, de dicha dársena.

Si denominamos L_p y H_p a la longitud y profundidad peligrosas de dársena, así determinadas, correspondientes a la resonancia del cuarto de longitud de

onda de resaca $\frac{L_r}{2}$, inmediatamente se deduce que, para que esa temible resonancia se produzca, es preciso que se verifique la condición

$$L_p = \frac{L_r}{2} = \frac{T_r}{2} C_r = \frac{T_r}{2} \sqrt{gH_p};$$

o sea:

$$L_p = \frac{T_r}{2} \sqrt{gH_p}$$

que nos determina, para cada período $2T_r$ de onda de resaca, la profundidad peligrosa H_p para cada longitud L_p de dársena, o bien para cada profundidad de dársena H_p , su longitud peligrosa.

Lógicamente se llega también a la misma expresión teniendo en cuenta que el período $2T_D$ de oscilación propia de la dársena, la longitud de onda $4L_p$ será:

$$2T_D = \frac{4L_p}{C} = \frac{4L_p}{\sqrt{gH_p}};$$

que, en resonancia, ha de ser igual al período de la causa, o sea al de la onda de resaca $2T_r$, resultando

$$2T_D = \frac{4L_p}{\sqrt{gH_p}} = 2T_r,$$

que es la misma fórmula anterior.

Representada en la figura 1.ª la familia de parábolas correspondientes a la anterior condición, la zona peligrosa correspondiente al Cantábrico y seguramente con suficiente aproximación a la mayoría de las costas atlánticas europeas, es, por las razones que luego veremos, la comprendida entre las parábolas correspondientes a $2T_r = 252$ segundos y $2T_r = 224$ segundos, siendo, lógicamente, de mayor peligro la zona próxima a la primera, por corresponder a los temporales más intensos.

Deducido este interesante resultado, que indudablemente ha de ser objeto de ulteriores afinos o quizás correcciones obtenidas mediante observaciones, se ha aplicado ya a varios de los pequeños puertos guipuzcoanos, siempre con satisfactorio resultado.

En la dársena de pesca del puerto de San Sebastián, durante los días de fuerte marejada, que generalmente duran varias mareas, se sufrían intensas resacas, peligrosas para los barcos fondeados, aun con las amarras reforzadas.

La longitud entre la boca y el fondo de la dársena es $L_p = 180$ m., y su profundidad media, en B. M. V. E., en la que parte de la dársena quedaba en seco, era $H = -0,10$, considerando como negativas las profundidades situadas sobre el nivel considerado.

Del gráfico, o de la ecuación correspondiente, se deduce que para dicha longitud $L_p = 180$ m. de la dársena, la profundidad de máximo peligro correspondiente a $2T_r = 252$ segundos es $H_p = 0,83$ m., y son ya menos peligrosas las resacas correspondientes a $2T_r = 224$ segundos, o sea a la profundidad $H_p = 1,05$ m.

En efecto: para estados de mareas en los que las cotas sobre la B. M. V. E. estaban comprendidas entre $H = 0,83 + 0,10 = 0,93$ m. y $H = 1,05 + 0,1 = 1,15$ m., se observaban las más intensas resacas.

Para tratar de evitarlas y limitadas las profundidades por las cimentaciones de los muros de muelles, se ha dragado la dársena hasta la profundidad media $H = 1,75$ m., en B. M. V. E., con lo que la resonancia no puede producirse ya en ningún estado de marea, habiéndose tranquilizado la dársena aun durante los violentos temporales sufridos posteriormente.

En el puerto de Guetaria, cuya longitud aproximada, pues su forma es más compleja, es $L_p = 300$ metros, la profundidad de máximo peligro resulta ser $H_p = 2,30$ m., y la ya menos peligrosa, $H_p = 2,9$ m.

La profundidad media de dársena, en B. M. V. E., era $H = 2,10$, por lo que las máximas resacas se debían de producir, y en efecto se producían, en estado de marea, cuya cota, sobre la B. M. V. E., estuviese comprendida entre $H = 2,3 - 2,1 = 0,2$ metros, y $H = 2,9 - 2,1 = 0,8$ m., o sea próximas a las bajamareas.

Este hecho, comprobado, de que en algunos puertos la máxima intensidad de resacas corresponde a mareas bajas, que es cuando la agitación del mar llega con menor intensidad a la zona costera, comprueba también fehacientemente que estamos en presencia de un fenómeno amplificado por resonancia.

Se ha dragado la dársena de Guetaria hasta conseguir una profundidad media $H = 3,50$ m., habiendo desaparecido, incluso en bajamares vivas coincidentes con fuertes temporales de mar, las resacas que antes del dragado eran de tal intensidad que incluso obligaban a los barcos a salir de la dársena, fondeando en menos malas condiciones fuera del puerto y al abrigo natural del monte de San Antón.

El caso del puerto de Motrico, en el que aun no se han efectuado los dragados que se proyectan, es todavía más interesante, si cabe, para la comprobación de que estamos en presencia de un fenómeno amplificado por resonancia.

La dársena exterior de este puerto tiene una longitud $L_p = 320$ m., a la que corresponde una profundidad de máximo peligro $H_p = 2,6$ m., y otra ya de menor peligro $H_p = 3,3$ m.

La profundidad media de la dársena en B. M. V. E. es $H = 3$ m., y en efecto, también esta dársena sufre violentísimas resacas en bajamares vivas que casi desaparecen antes de llegar a la media marea.

En cambio la dársena interior, que únicamente comunica con el mar a través de la exterior, es precisamente hacia media marea cuando comienza a sufrir intensas resacas, que apenas se dejan sentir en bajamar, o sea cuando la dársena contigua, o exterior, oscila intensamente.

La longitud de esta dársena interior, de complicada forma, se aproxima a $L_p = 260$ m., a la que

corresponde la profundidad de máximo peligro $H_p = 1,7$ m., y la menos peligrosa $H_p = 2,2$ m., siendo su profundidad en B. M. V. E., en que parte de ella queda en seco, $H = -0,2$ m.

Como consecuencia, las máximas oscilaciones deben de verificarse entre cotas, sobre la B. M. V. E., de $H = 1,7 + 0,2 = 1,9$ m. y $H = 2,2 + 0,2 = 2,4$ metros, o sea, de acuerdo con la observación, hacia la media marea, cuya cota en estos puertos se aproxima a $H = 2,25$ m.

El hecho comprobado de que durante los fuertes temporales que, como se ha indicado ya, frecuentemente duran varias mareas, la dársena exterior oscile violentamente en bajamar, y que sólo hacia media marea, o sea cuando esta dársena exterior se calma, la dársena interior, que únicamente comunica con el mar a través de la exterior, comienza a oscilar ampliamente, prueba, una vez más y fehacientemente, que se trata de oscilaciones cuya violencia o amplitud depende más de la coincidencia del período propio con el de la causa exterior que de la amplitud de esta causa, como corresponde a la resonancia o sus proximidades.

Aunque ya más frenadas por la viscosidad, pueden producirse resonancias entre la boca de las dársenas, o nodo, y su extremo opuesto, o vientre, no sólo cuando su distancia sea la longitud peligrosa L_p , correspondiente a su profundidad H_p , sino cuando dicha distancia sea un múltiplo impar o suma de un número impar de L_p correspondientes a sus H_p medias.

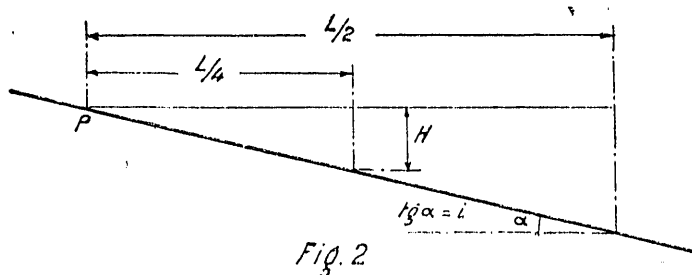
También pueden producirse resonancias entre dos muros de muelle, extremos de dársena o vientres de la oscilación, siempre que su distancia sea un múltiplo par o suma de un número par de L_p .

En el caso de dársenas de formas regulares y sencillas, no es difícil determinar las L_p necesarias para el estudio de las resacas, pero el problema se complica bastante en el caso de dársenas de forma compleja, o cuya boca no esté situada en su extremo, debiendo de estudiarse las oscilaciones posibles en todas direcciones, pues en cualquiera de ellas pudiera producirse la resonancia, siempre que las L_p y H_p correspondientes se aproximen a las determinadas por la fórmula o el gráfico anterior.

Dada la gran longitud de onda de resaca, que para un período $2T_r = 250$ y una profundidad $H = 10$ metros sería $2L_r = 2T_r \sqrt{gH} = 250 \sqrt{g \times 10} = 2480$ m., su cuadrilátero de avance abarca gran extensión, por lo que su regular reflexión puede verificarse no solamente sobre superficies planas y verticales, sino sobre otras de compleja forma y aun tendidas, debidamente rectificadas y promediadas, lo que complica y dificulta algo la determinación de las L_p correspondientes. También las dimensiones de la boca, en relación con las de la dársena, pueden influir algo en estas oscilaciones.

No hay que olvidar que la onda de resaca puede reflejarse, sin rotura, incluso en pendientes tan suaves como las de las playas.

En efecto: de la figura 2.^a, referente al caso límite de reflexión sin rotura, o sea cuando el semicuatrilá-



tero de avance de la onda incidente se superpone al de la reflejada, obtenemos que la profundidad virtual, o media de dicho cuadrilátero, correspondiente al punto de reflexión P , será $H = \frac{L}{4} \cdot i$, y siendo $L = T \cdot C = T \sqrt{gH}$, resultan las condiciones límites

$$H = \frac{g \cdot T^2 \cdot L^2}{16}, \text{ e } i = \frac{1}{T} \sqrt{\frac{16H}{g}};$$

y teniendo en cuenta que en estas pendientes límites de rotura ésta se produce teóricamente para $H = h$, obtenemos la expresión de la pendiente límite entre reflexión y rotura:

$$i = \frac{1}{T} \sqrt{\frac{16 \cdot h}{g}}.$$

Para una onda de resaca de semialtura del orden de 0,20 m. y semiperíodo $T_R = 100$ segundos, se obtiene:

$$i = \frac{1}{100} \cdot \sqrt{\frac{16 \times 0,2}{9,81}} = 0,006,$$

más suave incluso que la de la mayoría de las playas. La longitud en que debe mantenerse esta pendiente es:

$$\frac{L}{2} = \frac{T}{2} \cdot \sqrt{gH} = \frac{100}{2} \sqrt{9,81 \times 0,20} = 70 \text{ m.}$$

Es interesante hacer notar que la aplicación de estas sencillas fórmulas, da resultados aceptables, cuando menos en su orden de magnitud, incluso para extrapolaciones como representan el caso de la ola y de la onda de marea.

Para una ola de altura $2L_r = 6$ m. y semiperíodo $T = 8$ segundos, se tiene:

$$i = \frac{1}{8} \sqrt{\frac{16 \times 3}{9,81}} \approx \frac{1}{3,6} \text{ y } \frac{L}{2} = \frac{8}{2} \cdot \sqrt{9,81 \times 3} = 22,6 \text{ m.}$$

y para una onda semidiurna de marea de altura $2L_r = 4$ m. y semiperíodo $T = 22\,350$ segundos:

$$i = \frac{1}{22350} \cdot \sqrt{\frac{16 \times 2}{9,81}} \approx \frac{1}{12500}$$

$$\text{y } \frac{L}{2} = \frac{22350}{2} \sqrt{9,81 \times 2} = 49\,500 \text{ m.}$$

En el caso de puertos construidos, en cuyo interior se sufran resacas, conviene efectuar una verdadera auscultación de sus dársenas, determinando, por observación directa, no sólo su período, sino también los vientres o zonas en las que la oscilación vertical es máxima y los nodos o zonas de mínima oscilación vertical y máxima oscilación horizontal, o corrientes alternativas.

Sólo después de determinadas y precisadas estas oscilaciones se podrá actuar con el debido conocimiento de causa, para tratar de evitarlas.

Si, en un mar de mareas, las máximas oscilaciones o resacas se verifican en las bajamareas o en cualquier determinado estado de marea, disminuyendo cuando dicho estado de marea pasa, con un simple dragado que, incluso en bajamar, deje calados superiores a los del referido estado peligroso de marea, es más que probable que las resacas desaparezcan o se amortiguen notablemente.

Debido a la gran longitud de onda de resaca anteriormente indicada, $2L_r \approx 2\,480$ m., se comprende la dificultad de defenderse de ella mediante martillos o espigones que pretendan abrigar la boca, pues para que la línea límite de agitación de dicha onda de resaca quedase fuera de dicha boca, sería precisa una longitud de martillo o espigón del orden de $\frac{L_r}{2} \approx 620$ metros, difícil de conseguir principalmente en puertos pequeños.

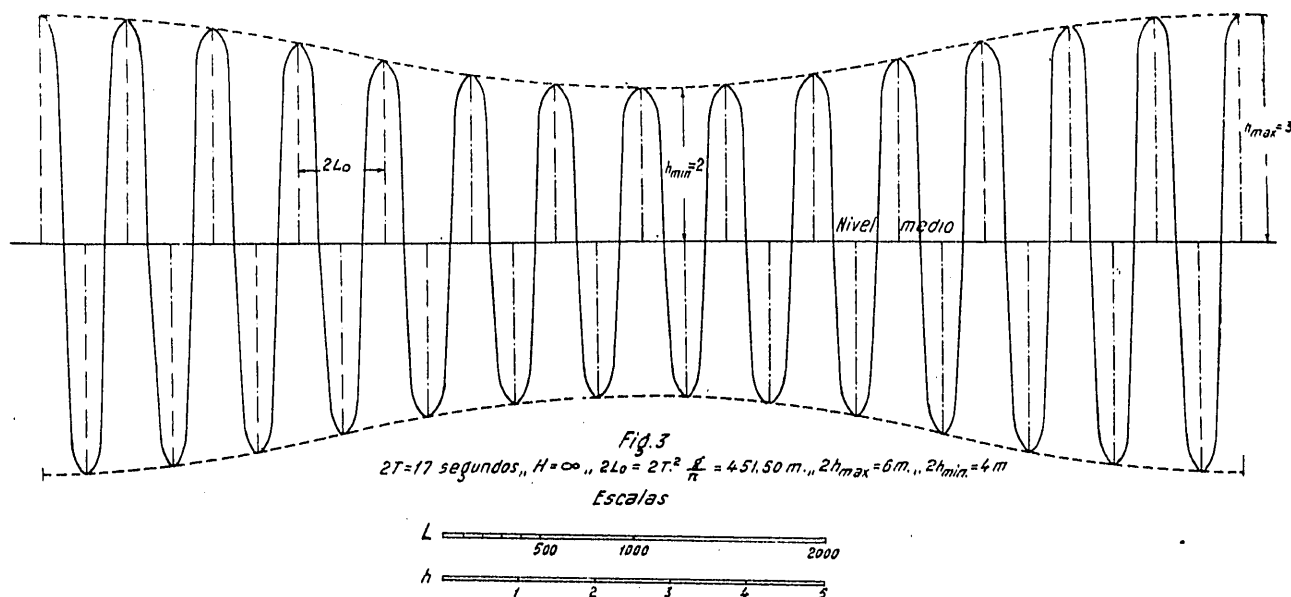
También conviene indicar que los períodos $2T_r$, anteriormente indicados para el Cantábrico, quizás convenga afinarlos o modificarlos en éste u otros mares, para conseguir lo cual, como para afinar o incluso rectificar algo de lo que vamos exponiendo respecto a la compleja técnica marítima, seguimos recabando siempre la cooperación, no en el plan de espectaculares, pero por excesivamente apasionadas poco fructíferas polémicas, sino en el más modesto y eficaz de franca colaboración directa, de cuantos compañeros o colegas se interesen por estas cuestiones y puedan aportar la profusa observación necesaria, pues es tal la amplitud y envergadura de los temas tratados, que

sólo una intensa labor, no personal, sino conjunta de todos, puede llegar a resultados definitivos.

Las curvas de mareógrafos de algunos puertos que nos hemos podido procurar, y cuyas dimensiones de orificios de entrada a sus pozos son suficientes, permiten comprobar la existencia de la onda de resaca, coincidente con los temporales, pues así como los días de mar bella las curvas son limpias, los días de marejada aparecen festoneadas por oscilaciones cuyas amplitudes y períodos $2T_r$, que se aproximan a los indicados, aumentan con la intensidad de dichas marejadas.

También la observación indica que la variación de altura de las olas, durante un temporal de régimen ya establecido, se verifica con cierto ritmo, y de los, aun no demasiado precisos ni profusos, datos que hemos podido obtener, parece desprenderse que en los temporales del Cantábrico, aproximadamente cada 12 olas, como valor medio, llegan las más altas, alcanzando, como máximo y cuando esta variación de alturas, así como la onda de resaca, se establece realmente, lo que no sucede siempre ni constantemente, a cerca de 14 olas.

La lógica irregularidad de estos complejos fenó-



No es necesario insistir en que estos complejos fenómenos naturales no se producen con regularidad exacta, sino que tanto las olas como las ondas de resaca o de nivel medio varían, en cada temporal, aun después de establecido su régimen normal, dentro de ciertos límites, tanto de altura como de período, por lo que conviene determinar sus límites máximos y no olvidar, en lo que a la resonancia se refiere, que generalmente se está en la etapa de arranque, en la que, además de las oscilaciones forzadas, intervienen las de período propio, aun no amortiguadas totalmente.

Después de expuesto todo lo anterior, que si bien conviene comprobarlo y afinarlo más profusamente tiene las máximas probabilidades de ser cierto, tratemos, aunque no sea más que a título de curiosidad, de explicar, si no de afirmar, cuál pudiera ser una de las causas de la interesante onda de resaca o de nivel medio.

menos naturales a que antes hemos hecho mención, dificulta enormemente la determinación de estos datos, que sólo se podrán afinar o corregir mediante precisa y enormemente profusa documentación de que por ahora no se dispone.

Si se admite que como valores máximos, con los que se observan las mayores oscilaciones, a cada 14 olas corresponden aproximadamente las más altas, y si, como es lógico, la amplitud de las oscilaciones producidas por su paso no disminuyen bruscamente, sino de un modo gradual y continuo hasta las olas mínimas para luego volver a subir, en forma similar, hasta las máximas siguientes, el perfil instantáneo del mar en ese temporal más teórico que real, se aproximará al indicado en la figura 3.^a

Así como se ha comprobado, a base de planos fotogramétricos de olas, que si bien un perfil longitudinal real de las mismas no se aproxima a la rocoide teórica, en cambio la figura resultante de varios de

estos perfiles es casi exactamente dicha trocoide, la figura 3.^a, más teórica que real, se aproximará no a un perfil instantáneo real cualquiera, sino a la media de varios de ellos.

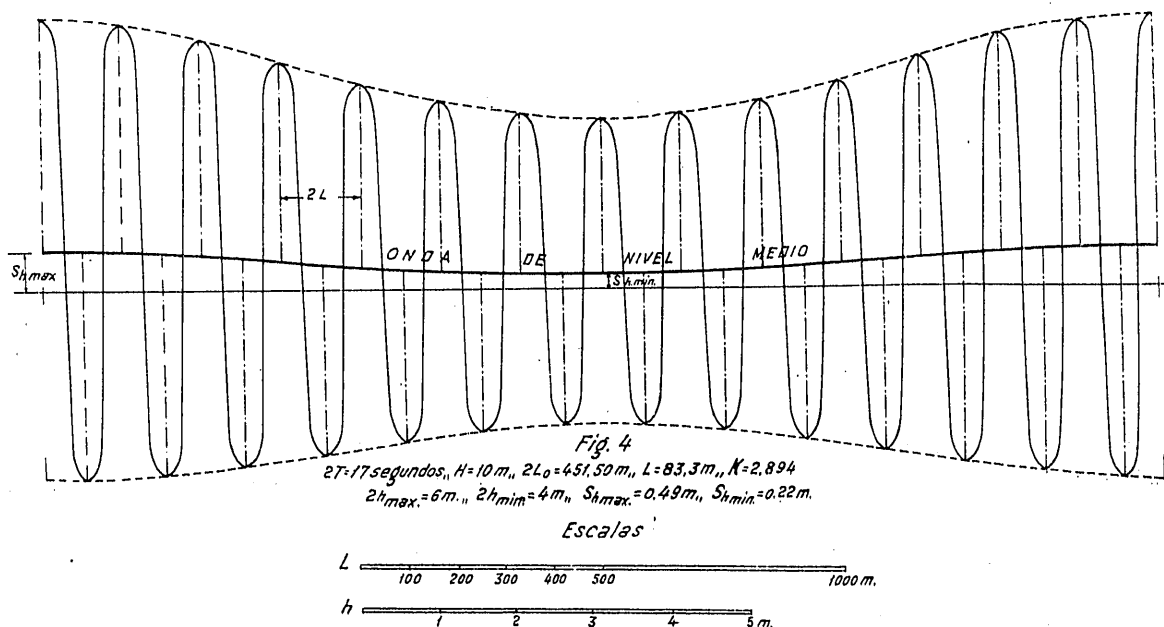
No en grandes profundidades, donde por no originarse sobreelevaciones superficiales, $S_h = \frac{\pi h^2 \cdot K}{2L}$, apreciables no nos interesa lo que suceda, sino ya en profundidades muy reducidas, las de los puertos y dársenas, donde dichas sobreelevaciones adquieren

sea para las olas, basta con que dicha expresión sea también aproximadamente igual a la teóricamente exacta

$$C = \sqrt{\frac{g}{\pi} \cdot \frac{L}{K}} = \sqrt{\frac{g}{\pi} L \operatorname{Th} \frac{\pi H}{L}};$$

o sea que basta con que

$$\operatorname{Th} \frac{\pi H}{L} \approx \frac{\pi H}{L}.$$



importancia y son proporcionales al cuadrado de la semialtura h de las olas del tren así modulado, éste adoptará una forma parecida a la indicada en la figura 4.^a, siendo su nivel medio no ya horizontal, sino ondulado, como se indica en dicha figura.

Siendo las profundidades muy reducidas, no sólo para esta onda de nivel medio, sino también para las olas de temporal, la celeridad de ambas ondas se aproximará mucho a $C = \sqrt{gH}$ avanzando conjuntamente, sólo en dichas profundidades reducidas, que es donde precisamente las resacas adquieren máxima intensidad, el tren modulado de olas y su onda de nivel medio, cuyo periodo será el de las olas multiplicado por el número de las mismas comprendido entre las olas máximas.

Para que la expresión $C = \sqrt{gH}$ sea suficientemente aproximada para la menor de dichas ondas, o

Para $\frac{H}{L} = 0.15$ se tiene $\frac{\pi H}{L} = 0.471$ y $\operatorname{Th} \frac{\pi H}{L} = 0.439$, resultando que el error que esta sustitución implica en la celeridad es menor que el 3,5 %. Como para la profundidad relativa $\frac{H}{L} = 0.15$ corresponde la profundidad unitaria (véase el cuadro del artículo de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS de 1.º de enero de 1941) $\frac{H}{L_0} = 0.066$ resulta que el error será del

orden de dicho 3,6 % para olas de temporal de $L_0 > 150$ m. que se propagan en profundidades $H = 150 \times 0.066 = 9.90$ m., que rara vez, y por poco más, son rebasadas en las dársenas de los puertos.

De lo dicho anteriormente se desprende que el periodo de la onda de nivel medio pudiera variar en

los grandes temporales del Cantábrico, como la observación aproximadamente comprueba, entre $2T = 18 \times 14 = 252$ segundos, para cubrir los de máxima violencia, a $2T = 16 \times 14 = 224$ segundos, para los ya algo menos violentos, períodos que se aproximan mucho a los indicados anteriormente para la onda de resaca, que bien pudiera ser esta onda de nivel medio, originada por la propagación de las olas moduladas en profundidades reducidas.

Si fuese lícito generalizar este resultado, y para ello es preciso comprobarlo profusamente antes, los períodos límites para el Mediterráneo, cuyas olas máximas parecen ser de 13 a 15 s., pudieran aproximarse a $2T_r = 15 \times 14 = 210$ s. y $2T_r = 13 \times 14 = 182$ segundos, que son los indicados en el gráfico, pero para cuyo empleo, repetimos, conviene la previa comprobación de períodos mediante amplia observación directa, aunque lógicamente estas resacas de menores temporales serán menos intensas.

En otros mares, costas y hasta puertos, pudiera haber otros períodos de resacas que también debieran

determinarse mediante profusa y detallada observación directa.

Si avanzando, quizás peligrosamente, mientras no se tengan datos más concretos, en nuestra insaciable curiosidad, deseáramos saber cuál es el origen de esa modulación del oleaje, quizás una explicación posible fuese el de la superposición de dos o más trenes de ondas de altura y períodos constantes, pero algo distintos entre sí, o también, que una vez producida, por cualquier causa accidental, tal como la variación de la intensidad del viento, la ola más alta, ésta abrigase algo de la acción de dicho viento a las que la preceden, que lógicamente adquirirían menor altura; pero todo esto es pretender ahondar excesivamente en el tema, mientras no se tengan datos más concretos.

Baste por ahora con lo expuesto anteriormente, y esperemos que, con la labor, no personal, sino conjunta, antes recabada, se llegarán a aclarar y precisar los interesantes temas que la técnica marítima tiene planteados, y para cooperar en cuya resolución no hacemos más que poner nuestro mayor entusiasmo y mejor voluntad.
