

Construcción de Rompeolas

II.—MARES CON MAREA

Al principiar este estudio, dijimos que en los lugares en que la amplitud de la marea es considerable, no es posible siempre ceñirse estrictamente al espíritu de uno de los tipos de obra que hemos estudiado y que con frecuencia se han adoptado tipos que participan de uno y otro, resultando de ese carácter mixto, algunos inconvenientes, que obligan a adoptar precauciones especiales, que los corrijan o los aminoren. Pasaremos en

metros de hondura alcanza a tener un ancho de 130 m. en la base. En esta obra, toda la parte situada encima de la baja marea fué arreglada cuidadosamente y eso permitió darle un talud menos tendido que en la parte bajo agua, en que las olas mismas arreglaban los materiales.

Indudablemente, en casos especiales en que el mar sea bastante tranquilo y los grandes enrocados relativamente abundantes, será recomendable este tipo de obra, ajustándose entonces a las mis-

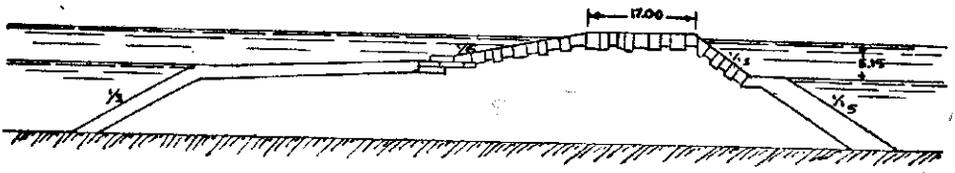


Fig. 33 Plymouth

revista las soluciones más características de este problema.

A.—Rompeolas de escollera

Los rompeolas de escollera, hechos exclusivamente con enrocados, se emplearon en los mares con mareas desde los primeros tiempos, pero este tipo de obra resulta sumamente voluminoso, como puede verse en la fig. 33, que representa el rompeolas de Plymouth, que para 13

mas normas que señalamos en los mares sin marea; la diferencia entre un caso y otro estará en la parte de la defensa hecha con materiales de gran tamaño, que en el caso actual ocupará una longitud mucho mayor.

El molo Este, de Brest, fig. 34, presenta un ejemplo de este tipo de obra a un caso en que se reúnen esas circunstancias. En este caso, la parte superior se ha hecho con un macizo de mampostería, cuya forma se enlaza gradualmente

con el perfil de la defensa de enrocados naturales y con la plataforma de coronamiento; la defensa del talud interior se ha conseguido con una capa de mampostería, hecha en seco al aire libre, gracias a que la amplitud de la marea es considerable, 8,22 m.

dos de 1,500 a 8,000 Kg. hasta llegar a la cota (-1); a esa altura se ha fundado un muro de bloques artificiales, defendido por el lado exterior por un prisma de enrocados de más de 8,000 Kg., envuelto por otro de bloques de concreto de 45 toneladas de peso, colocados pêle-mêle;

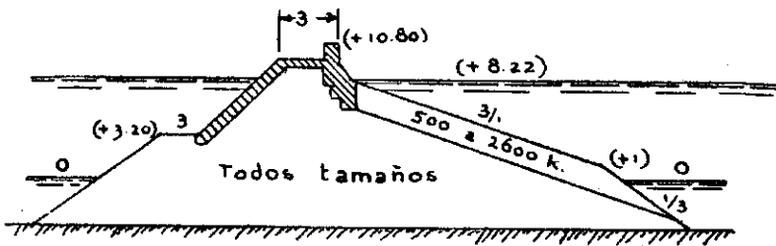


Fig. 34. Brest.

En la fig. 10 hemos visto cómo se aplicó este tipo de obra en el puerto de Casablanca (Marruecos), expuesto a un mar sumamente violento, y no es necesario que volvamos a repetir ahora la descripción de la obra.

el perfil de este último prisma es el que ya vimos al tratar de Marsella. Encima del muro de bloques se construyó un macizo de concreto en sitio de 4,5 m. de espesor, que forma parapeto a la altura de (+ 11,20), es decir, 8,4 m. encima de

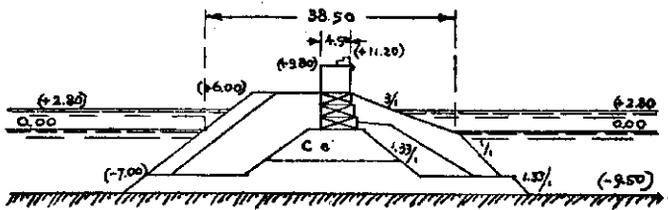


Fig. 35. Leixoes.

La fig. 35 representa el perfil de los rompeolas de Leixoes (Portugal), construido igualmente en un paraje muy expuesto. Este tipo de obra se ha derivado del de Marsella, modificándolo en lo que se deriva de la amplitud de la marea, que llega a 2,80 m. y de la mayor violencia del mar; se compone de una base de enrocados de 100 a 1,500 Kg., que en la parte central está cubierta de enroca-

las altas mareas. Por la parte interior, la obra se ha completado con un prisma de enrocados de 100 a 1,500 Kg. de peso, defendido por una capa de enrocados que alcanzan a 8,000 Kg. Los dos rompeolas de Leixoes han soportado perfectamente las tempestades extraordinariamente violentas a que se encuentran expuestos.

Se han hecho muchas aplicaciones de

tipos parecidos en casos más o menos favorables, así como también, se han dispuesto los bloques de la defensa en forma análoga a la que indicamos en la fig. 16, al referirnos al tipo que han llamado *italiano*, con arrimo ordenado de los bloques.

De las observaciones que merecen todas estas aplicaciones, podría deducirse

trozos. Naturalmente, en las cotas podrá haber algunas modificaciones, así como en el ancho de la plataforma, que se ha indicado de 14 m., porque ordinariamente no será menor que esa cifra. En cuanto al peso de los bloques, variará entre 40 y 60 ó 70 toneladas, según sea la violencia del mar.

En este perfil tipo, la defensa de blo-

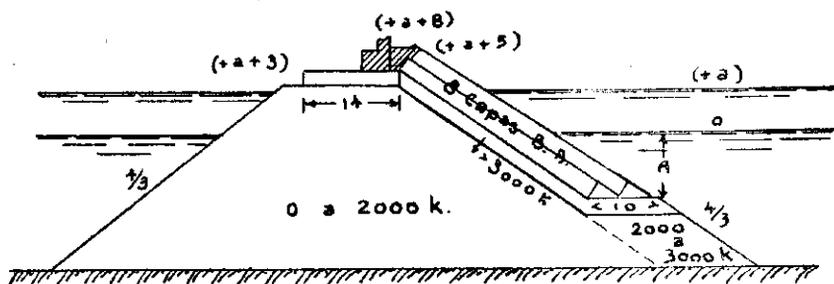


Fig. 36. perfil tipo.

que el perfil general de estas obras, aplicado al caso en que la amplitud de la marea sea a , debe cumplir con las líneas generales indicadas en la fig. 36, en que un prisma de enrocados dispuestos con el mismo criterio que señalamos al tratar de las obras de escollera en los mares sin marea, forma la parte esencial de la obra y se eleva hasta la cota $(+a+3)$ desde una berma situada a la cota $(-h)$, siendo h mayor que la altura de las olas; hacia arriba se extiende la defensa de bloques *pêle-mêle*, colocados con el criterio que hemos visto más atrás, $3/2$ en caso del tipo Bône, y con talud de $1/1$ ó $4/3$, hasta llegar al 0; desde ahí hasta la cota $(+a+3)$ ese talud se suaviza a $3/1$ en caso del tipo Marsella; el muro parapeto, cuyo espesor será de 4 ó 5 metros generalmente, se elevará sobre el coronamiento de los enrocados hasta llegar a la cota $(+a+8)$, y el espacio que queda entre él y los bloques de la defensa se llenará con prismas macizos de concreto en sitio, hechos por

ques artificiales se ha indicado de acuerdo con la disposición adoptada en Bône, que ya hemos visto al tratar de los mares sin marea. En caso que se prefiera disponer esa defensa como en Marsella y las obras similares, habría que reemplazar una parte de los bloques artificiales por grandes enrocados, como se hizo en el caso de Leixoes, a fin de disminuir el cubo de los bloques, que de otro modo sería excesivo.

En esta clase de obras, ha sucedido con alguna frecuencia, como en el caso ya citado de Casablanca, en San Juan de Luz y varios otros, que la violencia del mar ha obligado a reemplazar los enrocados por bloques artificiales en gran parte de la obra, mezclando entonces bloques de distintos tamaños para que los huecos entre ellos resulten menores.

B.-ROMPEOLAS DE MURO

Al referirnos a las aplicaciones de este tipo, al caso de los mares sin marea, di-

jimos que los ingleses habían hecho muchas aplicaciones de él, que por eso se designó con el nombre de *tipo inglés*, en los mares con amplitud de marea considerable, y describimos el primer muro de Dover, que fué la primera obra de esta clase que se llevó a cabo; veremos ahora algunos otros ejemplos de construcciones distintas y que sean características.

La fig. 37 representa el molo Norte de Aberdeen. En este caso se construyó una infraestructura que sobresale en las bajas mareas, hecha con sacos de lona rellenos de concreto fresco en el momento de su colocación, colocados con el auxilio de buzos, con su mayor dimensión en el sentido transversal del muro; encima de esta base se construyó un muro de concreto

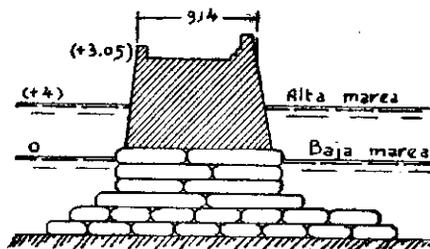


Fig. 37 Aberdeen.

en sitio, que a la cota (+3,05) tiene un espesor de 9,14 m. y se prolonga formando parapeto que alcanza a la cota (+6,50) sobre las altas mareas. El pie de este muro ha sido protegido con sacos de concreto.

La figura 38 indica el corte transversal del rompeolas de Wicklow, hecho enteramente de concreto en sitio y fundado directamente sobre un terreno bastante resistente, lo que ha permitido evitar la defensa de su pie. En esta obra, una parte considerable del muro fué hecha con concreto sumergido en profundidades de

4,50 m., sistema que se presta a críticas por la falta de garantías que presenta un macizo en el que es fácil que se presenten superficies de separación debidas a las forzosas interrupciones del trabajo

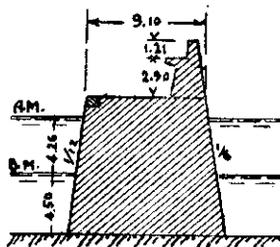


Fig. 38-Wicklow.

y agravadas por la formación de lechada, siempre inevitable. Es por eso que en Aberdeen y en muchos otros casos se adoptó otro sistema de construcción, en la parte situada bajo el nivel de las bajas mareas.

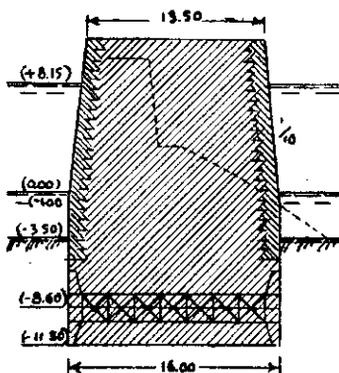


Fig. 39- Dieppe.

En Francia se han construído varias obras de este tipo, entre las cuales pueden mencionarse las de Dieppe (fig. 39), las de Pallice, las de Saint Nazaire, etc., que han sido fundadas por aire comprimido en el terreno firme. Las primeras de ellas forman muros de 8 m. de espe-

sor en su base y 6 m. en el coronamiento, que se encuentra a 2,70 m. encima de las altas mareas; por el lado exterior tiene un muro parapeto, que alcanza a la altura de 4 m. sobre las altas mareas. Estos rompeolas son de aspecto muy esbelto, pero conviene tener presente que se encuentran en un paraje en que el mar no es muy violento, pues la altura de las olas no pasa de 4 m. y además éstas no golpean de frente a las obras de abrigo; la amplitud máxima de las altas mareas es en Dieppe de 9.80 m, de manera que la parte mayor de los muros ha podido ser construída en seco y al aire libre.

Los muros hechos con bloques artificiales y con cajones también se han empleado en los mares con marea, pero no vale la pena reproducir figuras que sólo

cesario que pueda resistir las tempestades en alta marea, el espesor del muro tendrá que ser considerable, parecido a la profundidad del agua, y de ahí resultará un volumen y un costo enormes. Estas consideraciones son, sin duda, las que han llevado a los ingenieros ha adoptar en muchos casos tipos mixtos, de los que nos ocuparemos en seguida y que no se justificarían en otras condiciones.

C.—ROMPEOLAS MIXTOS

En caso que la amplitud de la marea sea considerable acabamos de ver que si se quiere que en baja marea la profundidad al pie de un muro vertical sea suficiente para que la reflexión de las olas no sea perturbada, la altura del muro resulta demasiado grande y esto conduce

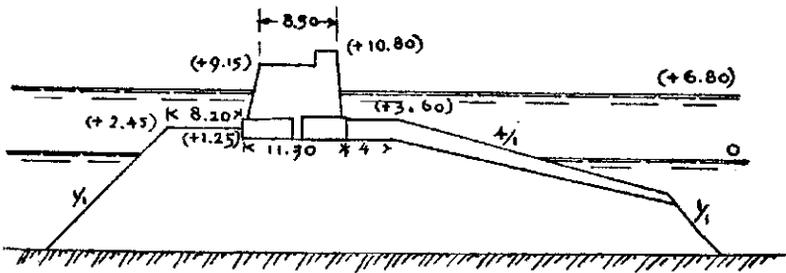


Figura. 40-Cherburgo.

diferirán de la que vimos antes en la altura de los muros y, por consiguiente, en su espesor.

A este respecto conviene observar que cuando la amplitud de la marea es considerable y el mar bastante violento, este tipo de obra deja de ser recomendable, Porque es una característica de él la profundidad notable que se necesita para que las olas se reflejen libremente, y como esa profundidad debe existir en baja marea, la altura del muro tiene que resultar muy grande. Por otra parte, como es ne-

a un volumen desproporcionado. Si en estas circunstancias se construye una obra mixta, formada por una infraestructura de enrocados convenientemente defendidos, que llegue hasta el nivel de baja marea o poco más arriba de él, se puede construir encima un muro con paramentos verticales, que en la alta marea pueda reflejar las olas. Este muro en las alturas de mareas intermedias recibirá el golpe de las olas que reventarán en él, pero podrá resistir los esfuerzos enormes que de ahí resultan, gracias a que la ma-

sa que presenta tiene que ser muy grande. Los efectos de resaca al pie del muro serán extraordinariamente violentos en estas circunstancias, y eso obligará a consultar una defensa adecuada a ellos.

La fig. 40 muestra las disposiciones adoptadas en la construcción de los molo de Cherburgo, derivadas de las que se adoptaron en el gran dique del mismo

en sus líneas generales su perfil. La base de enrocados se eleva hasta la cota (+2,00), siendo el cero la más baja marea; a ese nivel se ha fundado el muro de mampostería hecho en seco, que se eleva hasta 1,60 m. encima de la más alta marea; además, un muro parapeto que llega hasta 3 m. encima del mismo nivel. La base de enrocados está prote-

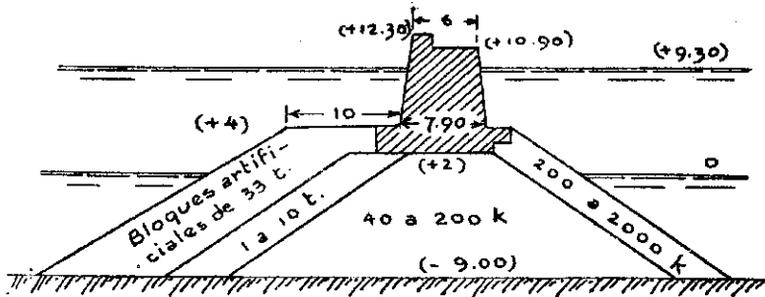


Fig. 41 - Boulogne.

puerto, después de numerosos contratiempos, que constituyeron una enseñanza completa sobre la materia. La infraestructura de enrocados, cuyo talud exterior es de 4/1 hasta la cota (-5,60) está protegida con grandes enrocados naturales, cuyo peso alcanza a 20 toneladas y más; hacia abajo de la cota indicada los enrocados tienen su talud natural. El muro vertical ha sido fundado a la cota (+1,25) y la defensa de enrocados se eleva hasta la cota (+3,60); la alta marea alcanza a la cota (+6,8) de modo que la profundidad máxima al pie del muro es sólo de 3,20, muy pequeña para que las olas puedan reflejarse. Esta circunstancia justifica plenamente las dimensiones del muro vertical, que tiene 11,30 m. de ancho en la base y cuyo coronamiento se encuentra a 2,35 m. encima de las altas mareas.

En Boulogne, en el molo Carnot, se encuentra otra aplicación característica de obras de este tipo. La fig. 41 indica

gida por el lado del mar por una triple capa de bloques artificiales pêle-mêle de 33 toneladas de peso, y por el lado interior por una capa de enrocados naturales de 200 a 2000 Kg.

En la prolongación de esta obra, que ha resistido muy bien, se han modificado solamente: la construcción del muro, que se ha hecho con bloques artificiales de concreto, arrimados, y la disposición de los bloques de la defensa, que se han puesto con su cara más pequeña expuesta a las olas.

En las nuevas obras de abrigo del puerto del Havre se ha adoptado el tipo representado en la fig. 42, del cual sólo se reproduce la parte situada sobre la base de enrocados, limitada a la cota (-5,80) que comprende un muro formado con bloques artificiales superpuestos, que llega hasta la cota (+7,4); el espesor de este muro en su base es de 11,10 m. y en su parte superior, de 9,40; encima de él, un macizo de concreto en sitio, de 9

m. de espesor, que llega hasta la cota (+10,50) forma el coronamiento, al cual se agrega un muro parapeto de 2,80 m. de espesor, limitado a la cota (+12). Como el pie de este muro debe soportar

queñas profundidades del mar de la Mancha, lo que permite justificar las dimensiones de sus muros, que en otras condiciones podrían parecer delgados.

Es fácil justificar el tipo mixto adoptado en estos puertos, si se tiene presente

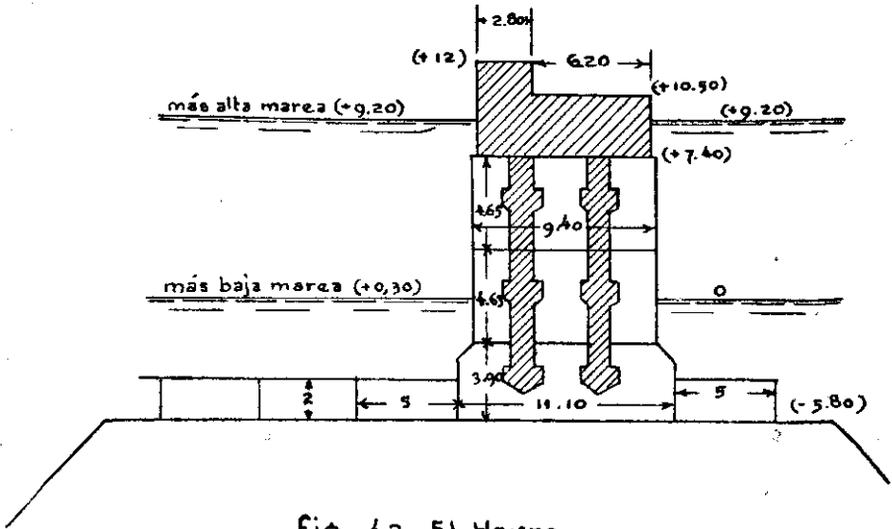


Fig. 42 - El Havre.

la baja marea, se le ha defendido con una capa de tres filas de bloques artificiales; por el lado interior la defensa se ha hecho con una sola fila de bloques del mismo tamaño.

Tanto en el caso de Boulogne como en el del Havre, el mar no puede ser muy violento, dada la poca distancia libre que tienen las olas para formarse y las pe-

que para que hubiera reflexión libre de las olas la hondura en baja marea habría sido de unos 8 m., lo que habría dado 17 m., en alta marea y habría exigido un espesor de muro de no menos de unos 13 ó 14 m. en la base, que representaría un costo mucho mayor que el de la obra que se llevó a cabo.

(Continuará).