

OBRAS DE PUERTOS.

Observaciones sobre los artículos publicados con este título en los números 4.º y 5.º del presente año de la REVISTA.

I.

En los artículos que motivan estas líneas, se presentan algunas consideraciones relativas á la construccion de los diques de abrigo en los puertos, entrando en un exámen comparativo de las ventajas y los inconvenientes que ofrece el sistema concertado propuesto por algunos ingenieros, con relacion al de las escolleras hoy dia mas generalizado. Pretende el autor de dichos artículos permanecer neutral entre ambas opiniones, pero á pesar de su propósito, inclina la balanza hácia el antiguo sistema; resultando, por lo tanto, un fallo condenatorio del sistema concertado.

No estamos de acuerdo en este punto con el autor de los artículos de la REVISTA, y vamos á presentar algunas observaciones sobre la materia, que nos sugiere el estudio detenido que de ella hemos hecho, por las circunstancias de nuestra posicion.

Antes de principiar la discusion y con objeto de precisar nuestras ideas, dirémos que no nos satisface por completo, en la parte inferior á la linea de baja mar, el perfil que acompaña á los artículos de la REVISTA, y que es muy análogo, ó mas bien, igual al propuesto recientemente por el Ingeniero Sr. Regueral para los diques del puerto de refugio de la costa de Asturias. No nos damos cuenta del objeto que tiene el enorme talud escalonado del paramento interior y exterior del dique, aumentando el cubo de materiales sin ventaja conocida, y antes bien con los inconvenientes que siguen. 1.º—Por la parte interior, no solo

reduce el espacio del puerto, sino que impide á los buques atracar á los muelles en ciertos estados de la marea. 2.º—Por el exterior, la grande inclinacion unida al paramento discontinuo, hará romper á las olas sobre el macizo, perdiéndose la principal ventaja de este sistema de construccion; un paramento con $\frac{1}{10}$ de talud dá á los retallos la estension suficiente para que puedan corregirse con ellos los defectos del asiento de los materiales.

En los artículos de la REVISTA, se entabla el debate solo bajo el punto de vista del coste de construccion, y se dice que el sistema concertado permite reducir el cubo de la fábrica y aprovechar materiales de menores dimensiones que en las escolleras; pero que esta ventaja queda compensada con esceso por las dificultades de la mano de obra, que son casi nulas en el segundo caso; añadiendo que es inadmisibile el revestimiento de hormigon por la accion que sobre él ejerce el agua del mar.

Sin perjuicio de aceptar la discusion en este terreno y entrar en los detalles necesarios, decimos sin titubear que nos sorprende ver planteada la cuestion de esta manera, en nuestro concepto poco científica: lo primero y mas principal era disentir si el perfil que es forzoso dar á la escollera es preferible al de un muro vertical, examinando la cuestion bajo el punto de vista de las condiciones facultativas del puerto é independientemente del mayor ó menor coste que en cada caso pudiera resultar; y una vez puesto en claro este primer punto, procedia examinar si apesar de las ventajas de uno de los dos sistemas, era conveniente sacrificarlas á la economia.

Al establecer un dique deben llenarse en lo posible las siguientes condiciones, ademas de otras que no mencionamos porque no conducen á nuestro objeto: 1.º causar la menor perturbacion en el régimen de la costa; 2.º pro-

curar la mayor tranquilidad en el interior del puerto; 5.º facilitar la entrada y salida de los buques que se presenten en demanda del puerto. Ahora bien ¿cual de los dos sistemas llena mejor todas estas condiciones? indudablemente el perfil formado con paramentos verticales. Respecto de la primera condicion, es sabido que las olas permanecen en un estado oscilatorio cuando la mar alcanza una cierta profundidad relativamente á la altura de aquellas, profundidad que empíricamente se ha deducido ser en el límite igual á la altura de la ola, y semejante estado no se modifica por el establecimiento de un paramento vertical; las olas se reflejan en él, pero continúan con el mismo carácter. Por el contrario, si se levanta un macizo de escollera con un talud muy tendido, que disminuyendo rápidamente la profundidad del fondo, obliga á la ola á romper cuando la profundidad es insuficiente para mantenerla en estado oscilatorio, se forma un bajo ó arrecife artificial y se crea una rompiente donde no la habia: el régimen de la costa se modifica radicalmente y en daño de las buenas condiciones del puerto, dando origen á una poderosa fuerza de arrastre que antes no existia; y las materias arrastradas se precipitarán forzosamente sobre el fondo obstruyendo la entrada del puerto, cuando pasen por el cambio brusco de la agitacion exterior á la tranquilidad del interior del mismo.

Ademas de las materias arrastradas, de la costa por la rompiente, la misma escollera suministra abundantes materiales para la obstruccion del puerto: en la informacion parlamentaria abierta en Inglaterra sobre los puertos de refugio, constan numerosos ejemplos de lo que decimos; en Donnagadee fueron llevados grandes bloques á 27 metros de la cabeza, y uno de ellos hasta el centro del puerto con cuatro metros de agua; generalmente se pasaba el resto del año trabajando en reponer los destrozos causados durante el invierno. En Portrush, cuatro mil toneladas de piedra de la escollera, formaban en la entrada un arrecife de 25 metros de largo: efectos análogos se han observado en Howth, Kingstown, Ardglass etc.

Se contrarian tambien la segunda y la tercera condicion con el establecimiento de una escollera; el fondeadero natural que muchas veces (como sucede en el caso del puerto de refugio que antes mencionamos) existe delante ó en las inmediaciones de un puerto, queda completamente inutilizado; ningun buque fondeará en la inmediacion de la rompiente ni de la agitacion que se hará sentir á cierta distancia: ademas esta rompiente producirá en lo interior del puerto resacas que alterarán su tranquilidad y la seguridad de los buques fondeados en él.

Es patente la conveniencia de que un buque al entrar en un puerto se acerque todo lo posible á los diques que lo forman, para asegurar su marcha y recibir los auxilios que desde aquellos han de prestarle; esta conveniencia sube de punto cuando el canal de entrada es estrecho, ó un paso forzado al pie del dique; y en un gran número de diques de escollera, las cabezas se construyen bajo el tipo de paramentos verticales: en el levantado últimamente en el puerto de Gijón, y con notable detrimento del abrigo, se recogió la cabeza ajustándose á las prescripciones de la Junta consultiva para que la escollera no fuese á obstruir el canal de entrada; á pesar de lo cual pareció necesario recortar la escollera segun un talud muy rápido para facilitar el acceso de los buques á quienes convenia pasar arrimados á la cabeza.

En el proyecto formado por David Stevenson para el puerto de Sunderland, se proponen muros verticales para las cabezas á pesar de mostrarse aquel Ingeniero en la informacion antes citada, uno de los pocos y mas ardientes defensores de las escolleras.

Se comprende cuán difícil debe hacerse la entrada con mares gruesas en un puerto precedido de una rompiente; los buques temerosos abandonarán el verdadero rumbo para no caer en aquella, y acaso la entrada que fuera fácil con otro sistema de diques, se hace difícil y en ocasiones imposible. Si por ejemplo con ciertos vientos ó condiciones accidentales, el buque se vé forzado á fondear antes de llegar á la boca del puerto y la entrada depende

de esta maniobra, le será imposible llevarla á cabo cuando la tranquilidad del mar sea sustituida por una agitacion irresistible.

No se crea quede intento exageramos esta posibilidad: entre varios ejemplos que figuran en la Informacion sobre los Puertos de refugio de las costas Inglesas, citamos el de un buque de 200 toneladas arrastrado á la cima del rompeolas de Plymouth. Por el contrario, el Director del observatorio de Greenwich ha visto en el puerto de Swansea pasar un bote con mar muy gruesa y 7 metros de agua, rozando con la cabeza del dique; y 200 metros mas lejos cerca de un bajo, la mar se llevó dos de los remeros, llenó el bote de agua, y solo con gran trabajo pudo ganar la costa.

No referimos otros ejemplos de que cualquiera puede tener conocimiento registrando la obra mencionada; ni nos parece tampoco oportuno entrar en mas desarrollos sobre lo que dejamos dicho, pues nuestro objeto es solo llamar la atencion hácia la manera de plantear el problema relativo al establecimiento de los muelles de abrigo en un puerto; por igual razon tampoco examinamos las demas condiciones á que deben satisfacer y que son comunes á ámbos sistemas de construccion.

Hechas estas observaciones preliminares, entramos de lleno en el exámen de la cuestion tal como se plantea en los articulos de la REVISTA, pues convenimos con su autor en que demostrada la escelencia del sistema de paramentos verticales, las dificultades de construccion podrian ser tales que á pesar de todas sus ventajas nos viésemos forzados á renunciar á ellas, aceptando lo peor como factible y dejando lo mejor, por imposible dentro de las condiciones de coste que se fijasen.

La REVISTA se inclina á la imposibilidad (se entiende, dentro de tales condiciones), y presenta por via de ejemplo como demostracion, el dique de Dover: lamentamos que persona tan ilustrada como el autor de los articulos de la REVISTA, no haya creido conveniente consagrar algunas lineas á la discusion del ejemplo que cita y se haya contentado con decir de pasada que el resultado se obtuvo á costa de

un gasto enorme; el asunto merecia la pena de ser examinado, y de determinar en el coste cual era la parte que correspondia al sistema empleado y cual provenia de causas estranas á él. Aunque debamos molestar á los lectores de la REVISTA con datos demasiado conocidos, nos vemos precisados á resumir brevemente la historia de las vicisitudes porque pasaron el proyecto y las obras del puerto de Dover antes de llegar al estado en que hoy se encuentran.

Entre los diferentes puertos de refugio que se conceptuaba conveniente habilitar en la costa inglesa figuraba el de Dover en primera linea, pero se tropezaba con la grave dificultad de la falta de materiales apropiados para llevar á cabo la obra: dejamos aparte, por que no conduce á nuestro objeto, los diferentes medios que se propusieron para remediar este mal; dirémos tan solo que se adoptó el sistema de un macizo concertado compuesto de un revestimiento de sillares en desbaste y de un macizo interior de hormigon. La piedra para el revestimiento con las condiciones de dureza impuestas, se encontraba en las canteras de Portland y en las inmediaciones de Lees, pero el granito traído del primer punto resultaba recargado con un transporte por mar de 55 leguas y la arenisca del segundo con 37; este solo enunciado es por sí suficiente para justificar, sin que otra causa intervenga, el elevado precio del dique. Tambien se comprende á que enormes suma hubiera ascendido la obra si con las condiciones impuestas se hubiese llevado á cabo de escollera; y cosa singular, lo general es anatematizar en Dover el sistema concertado por caro, y los que tal dicen sin duda ignoran que se adoptó por mas barato. Vamos á citar dos autoridades que no rechazarán los defensores de las escolleras. Coode, partidario del sistema de escolleras por mas barato, asegura que en Dover fue mas económico levantar muros verticales desde el fondo por la escasez de piedra. Stevenson, mas contrario aun en la informacion al sistema concertado, confiesa en los articulos que sobre puertos publicó en el *Civil Engineer's and architect's journal*, que con buen cimiento ó escasez de piedra (y tal es el caso de

Dower) debe aplicarse el sistema concertado; y hacemos observar que se espresaban así, no antes de intentar la prueba, sino despues de llegar al estado en que hoy se encuentra. Se dirá que no deben emprenderse obras cuyo coste no está en relacion con la utilidad que reportan, en lo cual convenimos, aunque la observacion es igualmente aplicable á las escolleras; y es hacerse, lo repetimos, una ilusion muy grande de creer que con el empleo de aquellas, las obras de Dower hubieran resultado mas económicas.

En los artículos aparece otro error que creemos conveniente rectificar; se critica el empleo de sillares de hormigon como relleno de la obra, y volvemos á repetir lo dicho antes: que fué el relleno que se encontró mas económico, compatible con la seguridad de la obra: los bancos de caliza blanda que hubieran podido aprovecharse de las inmediaciones, exigian para su explotacion trabajos tan costosos, que á pesar de todo era mas económico el empleo de los sillares de hormigon; y de paso haremos notar que no está tan desechada por los Ingenieros esta parte del sistema Walker, cuando posteriormente se aplicó tambien en Alderney.

Se exagera por muchos, y lo comprendemos en los que no hayan presenciado esta clase de trabajos, las dificultades que ofrecen las obras llevadas á cabo debajo del agua por medio de buzos vestidos de escafandras; pero semejante argumento no tiene fuerza, cuando el Ingeniero que propone un sistema concertado, se ha valido de aquel medio en diferentes trabajos submarinos y sabe lo que de él puede prometerse: el ingeniero Regueral, por ejemplo, que propone para los diques del puerto de refugio en la costa Cantábrica el sistema concertado, ha hecho uso de trabajadores ordinarios convertidos en buzos, en las fundaciones del puente de Porto á 20 metros de profundidad; en la limpia del ante-puerto de Gijón á 8; en la extraccion de un buque sumergido en la ria de Avilés, en las cimentaciones del puente de Navia etc. etc; pues bien ¿se cree posible que un ingeniero proponga un sistema de construccion, existiendo las dificultades que se dicen y con las cuales forzosamente debió de tropezar en

las obras ya citadas? Pero estas obras son incomparablemente de menos importancia que otras muchas llevadas á cabo fuera de España y tambien en la peninsula por el intermedio de buzos; debiendo asegurar que el trabajo de estos en la construccion de un dique es de los menos dificiles que desempeña en los variados servicios que puede prestar. En esta clase de obras el buzo se limita á guiar hasta el punto de su asiento el sillar que le bajan suspendido desde arriba y á desembargar la cadena ó las tenazas que lo sujetan; ¿es esto comparable á los trabajos de escavacion, á la apertura de barrenos y á las operaciones que exige la extraccion de un buque sumergido, ya dificiles aunque se hiciesen en seco?

En comprobacion de lo que llevamos dicho, y para que se vea cuanto se ha exagerado lo que por este concepto subió el coste del dique de Dower, presentamos el siguiente dato: un buzo en cuatro horas asentaba 8 sillares de 3 metros cúbicos ó sea 24 metros cúbicos; en la provincia de Oviedo los buzos cobraban á razon de cuatro reales por hora de trabajo; resulta, pues, un coste de 16 reales por bloque, al cual se debe agregar el importe de los peones ocupados en dar á las bombas de aire; y suponiendo sean cuatro remudándose de dos en dos á razon de 7 reales diarios con un trabajo de ocho horas, dan un total de 56 reales ó en definitiva de 1,25 reales por metro cúbico; cantidad insignificante y menor que la representada por el coste de adquisicion de los aparatos, que evaluaremos con exceso en 4 reales por metro cúbico; dupliquemos, cuadruplicemos estas cantidades; el resultado siempre será que no puede ni debe atribuirse el mucho coste al sistema empleado.

Podrá decirse que no es el de los buzos el único gasto que se origina; el descenso del bloque exige precauciones que no son necesarias en otras obras; ¿será mas trabajoso descender un sillar que elevarlo á la torre de un faro? y si esta operacion mas costosa que aquella no se considera como influyendo de una manera notable en el precio ¿por qué se ha de suponer que así suceda en el caso presente? en

nuestro concepto nos parece tan sencilla la operacion, que el descenso del sillar y su asiento invertirá poco mas tiempo que el verter un wagon cargado con escollera.

Tambien se han exagerado las dificultades de trabajar con temporales; en Dover no sufrieron por ellos los trabajos la menor interrupcion y otro tanto sucedió en la estraccion del Royal Georges en Spithead á 28 metros de profundidad; resultado fácil de preveer porque es bien sabido cuan rápidamente decrece la accion de las olas con la profundidad; en cambio las corrientes de marea molestaron bastante á los buzos que se ocuparon en el último trabajo; en Terschelling la corriente espantosa de 8 millas que reinaba, azotaba de tal manera á los buzos que no podian resistir una hora debajo del agua.

Otra consecuencia se deduce y es, que cuanto mayor sea la profundidad á que el buzo trabaje menos influencia tendrán sobre él los temporales; y que la época mas delicada para la obra es precisamente cuando se vaya acercando al nivel del mar y origine rompientes encima de ella; resultado diametralmente opuesto al consignado en el artículo, donde se supone que las dificultades van á crecer con la profundidad.

Del ligero análisis hecho resulta demostrada cual es la verdadera causa del enorme precio á que en Dover han resultado las obras; debido mas que al sistema, á las condiciones especiales en que se encontraban respecto á materiales de construccion: pero no es esta la causa única que ha contribuido á exagerar el coste; una parte de las sumas absorbidas lo fueron por los trabajos de cimentacion: el fondo de la bahia de Dover formado por margas recubiertas de una capa de guijarros y de légamo, presentó en muchos puntos serias dificultades para asentar la obra sobre una base firme. He aquí donde encontramos la desventaja del sistema concertado; este requiere un cimiento sólido, al paso que la escollera puede aplicarse con ventaja á fondos de grava, arena ó légamo; cuando esto no suceda es preferible el sistema concertado.

Otra de las objeciones se refiere al tiempo

invertido en la construccion; las mismas consideraciones hechas respecto del coste tienen aplicacion á la duracion de las obras: recordamos un faro de tercer orden cuya construccion se prolongó durante dos años, porque fué necesario llevar la piedra embarcada de canteras distantes diez y seis leguas; y si bien en Dover se contaba con medios mas poderosos de transporte, tambien la obra era de proporciones gigantescas.

La 2.ª causa de los retrasos é interrupciones de la obra, provino de la naturaleza del fondo; la cimentacion marchaba muy lentamente y por tramos cortos, y cualquiera que posea alguna experiencia en obras, recordará que una cimentacion difícil absorbe la mayor parte del tiempo y de las sumas invertidas: y por último, sabido es cuanto influye la cuestion de recursos en la rapidez de la marcha de los trabajos, y una obra como la de Dover debia forzosamente resentirse de las dificultades de dinero.

La parte de asiento correspondiente á los buzos hasta la línea de baja mar equivale solo á 4.600 jornales de cuatro horas, cálculo estremadamente bajo, pues hemos visto algunos trabajar hasta ocho horas. Partiendo de este tipo y suponiendo 20 buzos trabajando solo una mitad por intervalo de cuatro horas, resultan 250 dias ó menos de dos años, para terminar hasta la línea de baja-mar un dique como el construido en Dover; y como la marcha de los trabajos será forzosamente mas lenta, resulta que no son las dificultades inherentes á la necesidad de trabajar debajo del agua, las que retrasarian la terminacion de una obra de esta especie.

Además, los que dicen que el ejemplo de Doverno ha sido imitado han padecido una equivocacion: los puertos no son construccion de tan poco coste que se prodiguen en un corto intervalo de tiempo; y á pesar de la influencia que sobre el ánimo ejerce el temor de luchar contra la opinion general y de intentar innovaciones combatidas por la generalidad, la tendencia y los esfuerzos de los ingenieros en Inglaterra se han dirigido á aplicar el principio de los

muros verticales, aunque variando el sistema de construccion con objeto de realizar economías: entre ellos figuran Alderney y el dique Alberto en Greenock: en el primero se aplicó un sistema misto; la piedra era abundante, y las olas rompian en profundidades menores de 4 metros; se formó pues una base de escollera como cimientó de un muro vertical arrancando á 4 metros del nivel de la baja-mar. Acaso se dirá que no se llevó con todo rigor el sistema haciendo arrancar los muros desde el fondo del mar, pero las circunstancias no eran las mismas; aquí habia abundancia de piedra, las olas eran de pequeña elevacion y se quisieron eludir las dificultades del cimientó: por otra parte segun queda dicho, el asiento de la fábrica es mas trabajoso cerca de la línea de baja-mar, y las verdaderas dificultades de la operacion quedaban subsistentes.

En Greenock se siguió un sistema distinto; los dos muros que formaban el encajonado consistian en unos paramentos de sillería con un relleno de hormigon; la sillería no se sentó por medio de buzos, sino con el auxilio de unos bastidores de hierro que servian de guías á los sillares en su descenso.

Se opondrá á esto que en el dique recientemente construido en Holyhead se aplicó en grande escala el sistema de escolleras; ante todo recordamos que Rendel, ingeniero director de las obras, fué uno de los mas ardientes defensores de los paramentos verticales y quien adujo en favor de ellos datos mas curiosos y pruebas mas concluyentes en la Informacion tan repetidas veces citada; pero añadia que las circunstancias de una obra podian ser tales que aplicase el sistema de escolleras á pesar de lo manifestado. Bien conocida es de todos los ingenieros la historia de estas obras, de las cuales en otros números de esta Revista se ha dado una noticia bastante completa, así como de los motivos que hacian preferible el emplear escolleras; además, segun la opinion de acreditados ingenieros (pues de otro modo no nos atreveriamos á consignarlo aquí), el dique de Holyhead no es tampoco un modelo cuya imitacion se deba aconsejar.

Además, en nuestro concepto, se ha exagerado el coste de las obras de Dower, sino en absoluto, al menos con relacion á otros de escollera, cuyo precio atendida la profundidad, alcanza como en Plymouth cifras que se acercan bastante á las de Dower: mas tarde veremos que el coste inicial no es el único elemento que deberémos tener en cuenta para juzgar del coste verdadero de una obra, pues las reparaciones y los gastos de conservacion, que se prolongan para los muelles de escollera durante muchísimos años, influyen en esta clase de obras casi tanto como el coste inicial.

Pero este artículo es ya demasiado largo y dejamos la pluma, para continuar en el número próximo.

PEDRO P. DE LA SALA.

Insertamos con el mayor gusto, el siguiente artículo, traducido de un periódico inglés, que nos remite uno de nuestros suscritores, sobre el uso de la escafandra, de reconocida utilidad en determinadas operaciones.

ESCAFANDRA.

El considerable desarrollo que han obtenido en nuestro país las importantes obras marítimas han hecho que se estendiese rápidamente el uso de la escafandra ó traje de buzo y esta consideracion nos ha decidido á traducir un artículo publicado por el periódico inglés *The Illustrated news of the world*, así como la descripción é instrucciones que para el uso del mencionado aparato redactó la casa del inventor, Mr. A. Siebe de Londres.

Conocida es de las personas ilustradas la existencia de los aparatos de buzo, si bien no son muchas las que han tenido ocasion de verlos funcionar, puesto que hasta época reciente sus aplicaciones se han limitado á las necesidades de la marina á bordo de sus buques.

En la exposicion universal de Londres se ha presentado sin embargo ocasion de exámi-