

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

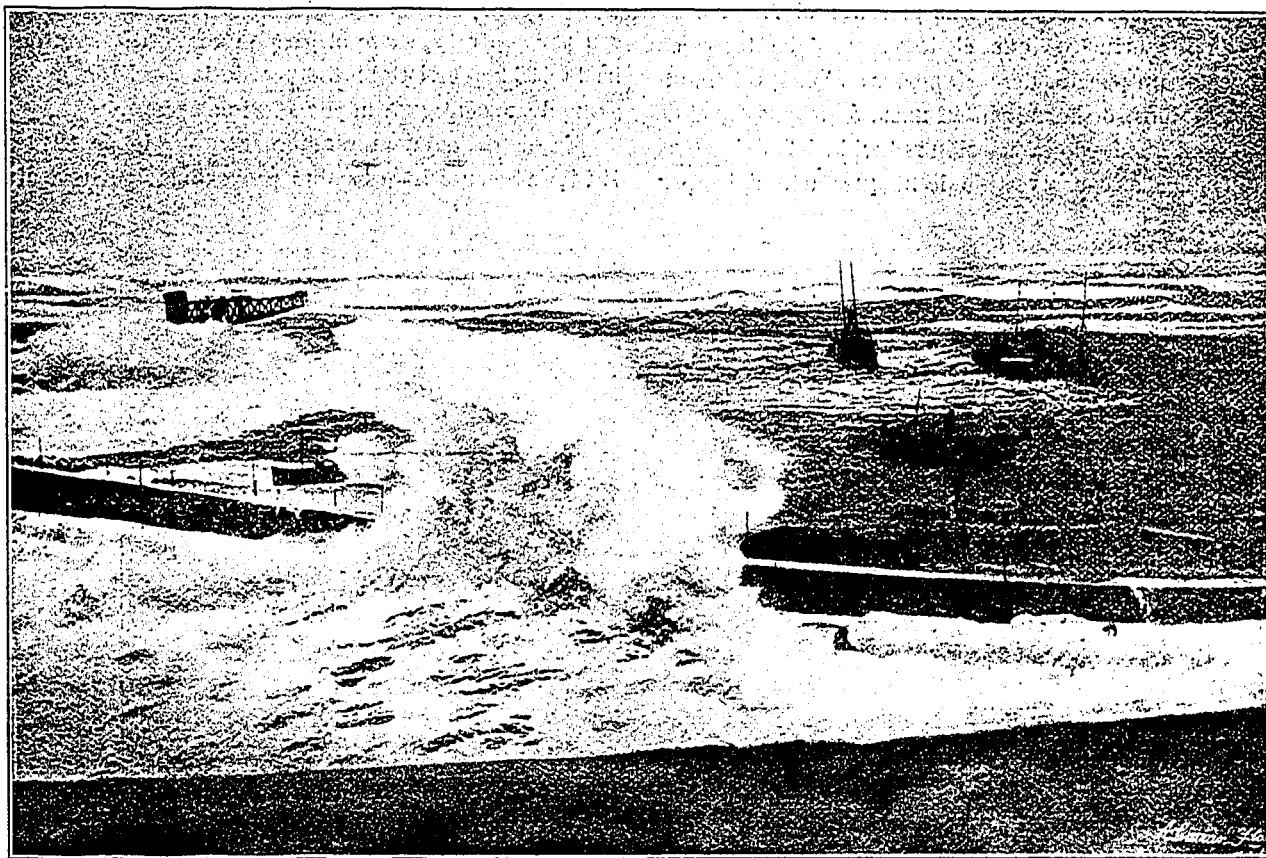
Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

PUERTOS DE MELILLA Y CHAFARINAS

Averías producidas por el temporal del 12 de Marzo de 1914.

Un deber profesional mueve nuestro ánimo, entristecido ante la catástrofe del 12 del pasado mes, á publicar algunos datos y recoger enseñanzas del formidable temporal que destruyó la superestructura de los dos tercios del dique del NE., produciendo la

abruptas tierras de costas acantiladas en mar abierto con 1.000 millas de largo, luchando con la bravura de este Mediterráneo, lago las más de las veces con fuertes temporales anuales, y dos veces por siglo, furioso mar de olas de nueve metros, pues todo era rompiente en el temporal del día 12 de Marzo, desde sondas de 10 metros; no fueron suficientes tampoco para garantir la solidez de las obras las referencias, las enseñanzas y los datos recogidos cuidadosamente, registrados, coleccionados y publicados en Memorias anuales, proyectos é informes, ni tampoco fué guía bastante la que marcan los ejemplos de accidentes análogos ocu-



pérdida de la grúa Titán del puerto de Melilla, y que ocasionó también importantes averías en más de la mitad del espaldón y plataforma del dique que cierra el espacio entre las islas de Isabel II y del Rey, de las Chafarinas, obras ambas cuyos proyectos y dirección fueron nuestros, que es como decir que son hijos de nuestros desvelo y esperanzas de alegrías.

No fué bastante la experiencia de diez años de labor en estas

rridos en los puertos similares y en los vecinos de Orán, Argel, Philippeville, etc.

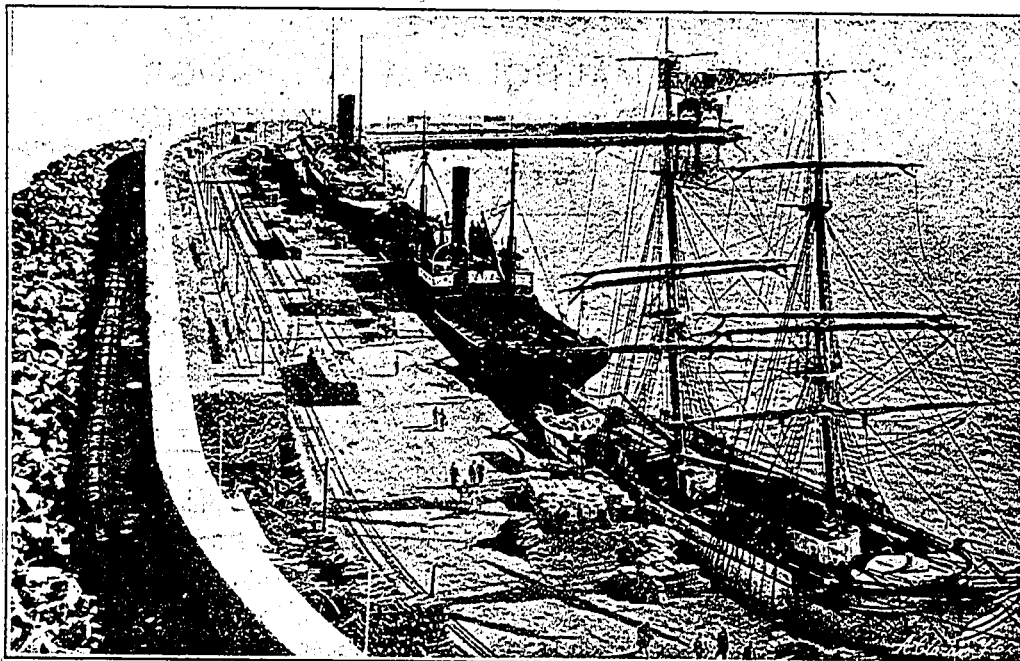
Al proyectar en 1905 las obras ejecutadas en el puerto de Melilla, que pueden llamarse las preliminares del futuro puerto, nos atuvimos á los datos facilitados por los marinos y por los pescadores y prácticos del país, confirmando aquéllos los adquiridos por nosotros, sirviéndonos muy especialmente de guía las

conclusiones aprobadas en el Congreso de Navegación celebrado aquel mismo año en Milán.

Las condiciones deficientes de la piedra de las canteras de que se podía disponer en el entonces reducido territorio español, lo poco conveniente del sistema de escolleros para sitios desabrigados y el ejemplo de los accidentes sufridos en los puertos argelinos excluían la aplicación de este sistema.

la + 3, constituyendo la superestructura una plataforma de mampostería hidráulica de 20 metros de anchura y un espaldón, de la misma fábrica, de cuatro metros de espesor y seis de altura sobre el nivel del mar, reduciéndose á la mitad su espesor en los dos últimos metros de su altura.

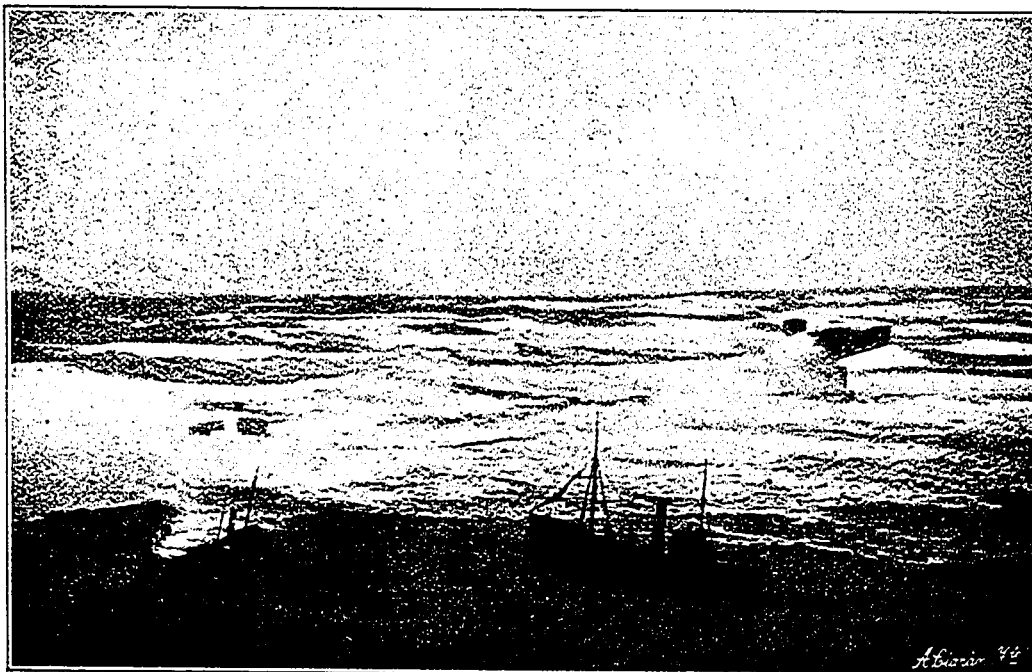
Aprobado el proyecto, de acuerdo con el favorable informe del Consejo de Obras públicas, diéronse comienzo á los trabajos;



Por las mismas razones, y teniendo presente el factor económico, uno de los primeros que el Ingeniero debe tener en cuenta al proyectar un puerto, descartamos también los sistemas de bloques concertados, de hormigón en masa ó en sacos, y el de grandes monolitos, quedando la elección reducida á los sistemas de escolleras clasificadas con revestido de bloques artificiales por

dando principio en 1909 á las obras en el mar, las que continuaron por contrata, salvo el período de paralización por la guerra, hasta 1911 que el Gobierno acordó la rescisión de aquéllas, ordenando se continuaran por administración.

En el período comprendido entre Junio de 1911 y Marzo de 1914, se ejecutó toda la obra proyectada, puede decirse, pues la



hiladas ó arrojados, formando escollera. Lo racional del sistema italiano, por la importancia que la buena colocación de los bloques tiene en el buen resultado de los revestimientos, nos indujo á proyectar el dique de escollera clasificada con defensa escalonada de bloques de 30 metros cúbicos (de 10 á 20 han sido los empleados en la Argelia), en cuatro hiladas desde la sonda — 6 á

contrata sólo construyó el arranque del dique en unos 47 metros de longitud.

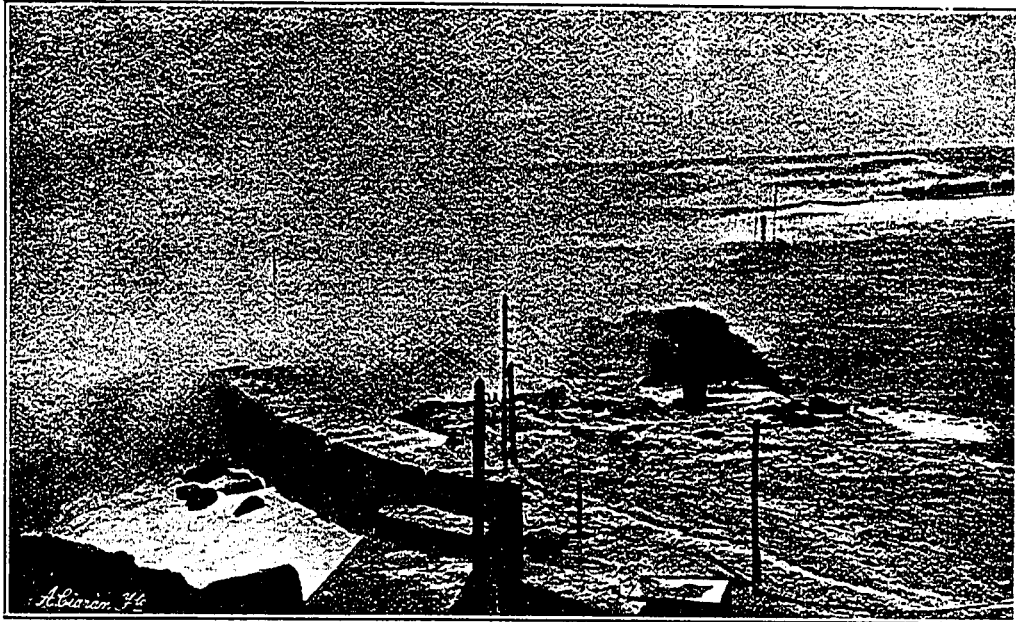
Al comenzar las obras por administración, empezamos la explotación de la nueva cañera en Sidi-Musa, cambio que ya habíamos fijado á la contrata antes de la rescisión.

Las excelentes condiciones de la escollera de esta cañera,

tanto por la densidad (2,70) y dureza de la roca (andesita), como por la proporción de cantos de primera y segunda que se obtienen en la explotación; hechos puestos de manifiesto por nosotros, en informes y proyectos, motivaron, como era racional, que el Consejo de Obras públicas, en sus informes, indicase la conveniencia de que se estudiara y ensayara la supresión de una ó dos hiladas de los bloques de defensa.

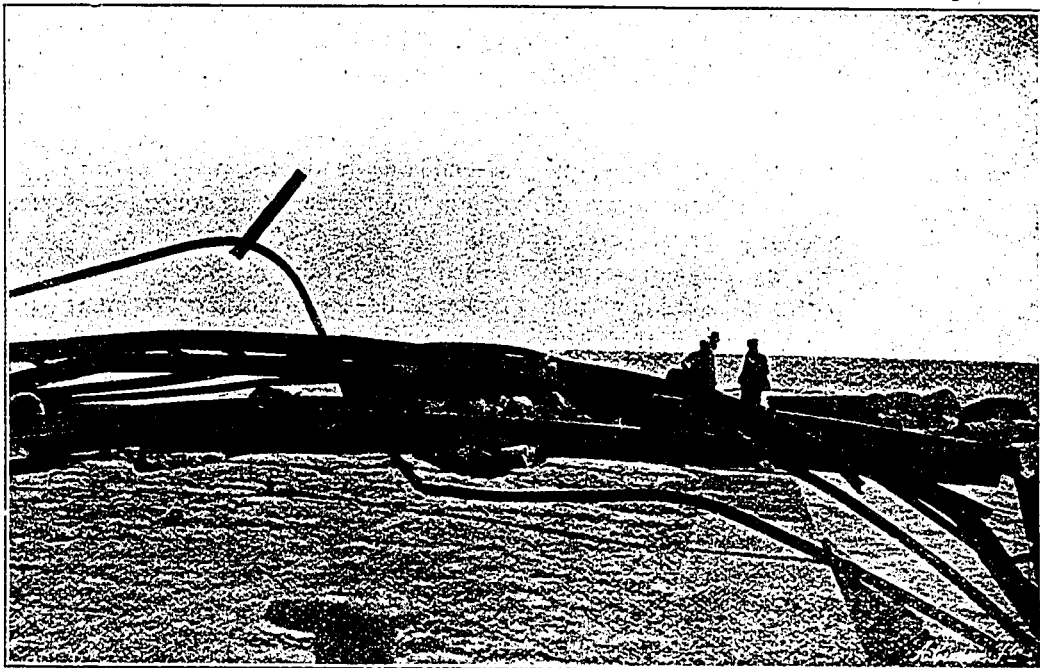
mos á proponer, por economía, la sustitución del espaldón en la segunda rama del dique por bloques, puesto que, aprobado el proyecto de ampliación del puerto, había de convertirse aquélla en un través atracable, y también la supresión de dos hiladas de bloques, economía propuesta y aceptada por la Superioridad.

Desde el 25 de Marzo de 1904 hasta la fecha del temporal tantas veces citado, ó sea en los diez años que llevamos de per-



Al redactar el proyecto de las obras que faltaban ejecutar por administración de las aprobadas, insistimos en el tipo aprobado por temor á no ser garantía bastante la experiencia de los temporales que había sufrido la obra, opinión sustentada con más decisión, según tenemos entendido, por el Ingeniero Jefe de

manencia en Melilla, no hemos registrado hasta ahora olas de 9 metros de altura; en el más fuerte, después de aquél, que fué el del 1.º de Mayo de 1904, las olas midieron 7 metros de altura; la misma alcanzaron en el temporal de Enero de 1911 que destruyó parte de la plataforma, retorciendo los carriles de la grúa



Obras públicas de Málaga; este ilustrado Ingeniero entendía que de ningún modo debía suprimirse ninguna hilada de los bloques de defensa.

Los efectos de los temporales de los años 1911 y 1912 en la obra construida, nos hizo crear ilusiones, y al observar que los más fuertes temporales no habían producido averías, nos atrevi-

Titán y arrastrando al mar bloques depositados en la cabeza del dique, del que sólo había ejecutados unos 40 metros; en cambio no se observó avería alguna en los bloques de defensa ni en el espaldón, partes de la obra que en el día 12 del mes pasado sufrieron averías importantes: muchos bloques de la defensa escalonada en la primera parte del dique, donde el espaldón está

construido, fueron movidos, unos por socavación, varios levantados por la resaca, dislocando lateralmente unos cuantos los terribles golpes de mar que, al encontrar indefenso ya el pie del espaldón, abrieron brecha en él formando cuevas, que aquella terrible labor destructora convirtió en túneles por los cuales metió cuantos materiales encontraba á su paso.

Se han cubicado bloques encontrados en el interior del puerto de más de 5 toneladas que han salvado los 6 metros de altura del espaldón y los 20 metros del ancho de la plataforma. Los bloques que hacían de espaldón en la última rama del dique se vieron elevarse sobre la plataforma y caer al talud interior de la escollera.

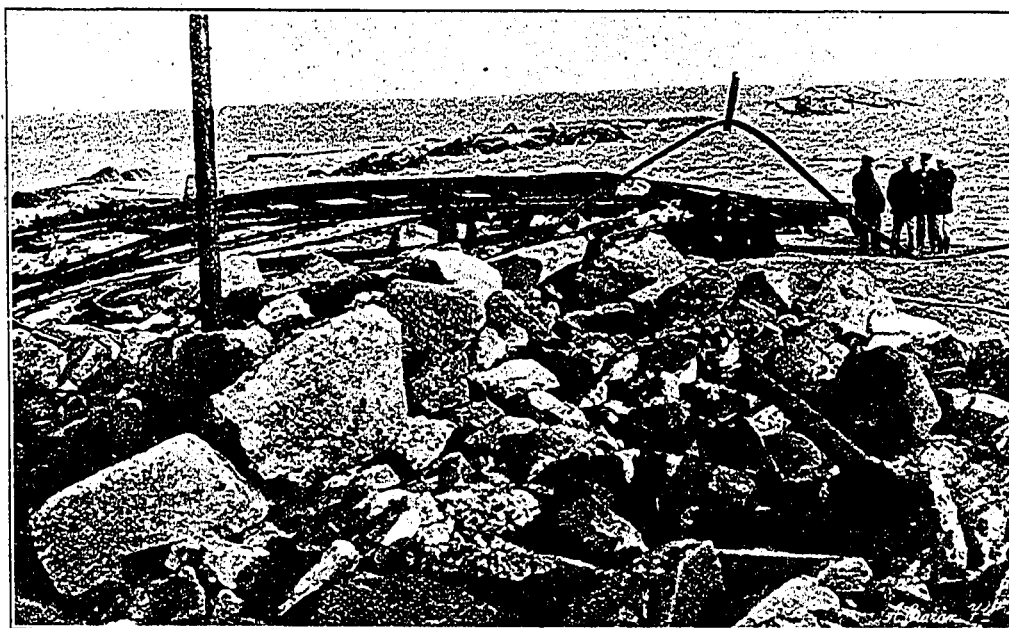
Los cuatro carriles del Titán, que cada uno tiene un peso de 125 kilos por metro lineal; los interiores á éstos de la vía del transportador de bloques que pesan 31 kilos por metro, y los de la doble vía del tren de las canteras, todos empotrados en una masa de hormigón hidráulico, capa de 0,20 de espesor, que coronaba la plataforma en toda su anchura, fueron levantados,

cuarenta y ocho horas, levantando las vías y abriendo grietas en la obra.

La circunstancia de acabar de repararse estas averías y estar, por lo tanto, sin fraguar por completo la obra, nos indujo á no trasladar la grúa Titán á esta parte, extremo de la primera alineación, donde siempre se solía colocar cuando saltaba Levante, y donde de haber estado se hubiera perdido lo mismo y con más dificultad de efectuar su salvamento, pues es la que más sufrió y donde hubiera caído envuelta entre bloques, escollera y trozos de mampostería.

Sin querer nos hemos detenido en la descripción de los efectos del temporal antes de hacer la reseña de su iniciación y desarrollo.

Dos días después, á las pocas horas puede decirse, de terminar las obras que se autorizó á ejecutar por administración, presentóse un temporal furioso del NNE., cuyo largo es superior á 1.000 millas. Inicióse el temporal á las veintidós del día 12 de Marzo con el barómetro alto, á 762 (presión media



formando una madeja, en los 250 metros últimos del dique, que fué arrastrada al interior del puerto; los dos últimos norays de la primera rama del dique fueron seccionados por su base; el rozamiento de los bloques naturales de 5 toneladas de peso, que formaba el manto de defensa de 10 metros de espesor y talud del $\frac{2}{1}$, desde el nivel del mar hasta el fondo de 11 á 12 metros de sonda, sobre los bloques artificiales de la defensa escalonada, durante las veinte horas que duró la fuerza del temporal, redondeó de tal manera las aristas y ángulos de estos últimos, que, después, más parecían por su forma cantos naturales. El desgaste que esta acción de avance y retroceso de las masas de escollera de primera produjo en plazo tan corto, relativamente, ha llegado á ser de 0,85 metros, contados desde los ángulos en las diagonales de los bloques de $5 \times 2,50 \times 2$.

Confirmando los estudios de Stevenson, que apreciaba la disminución de la resistencia proporcional al cubo del seno del ángulo de impacto, los destrozos más importantes los ha sufrido la parte del chaflán entre la primera y segunda rama del dique, donde la marejada batía más normalmente, contribuyendo, acaso también á este efecto, el quebrantamiento que debió sufrir la obra en esta parte con motivo del incendio de cajas de gasolina producido en aquella parte del muelle, un mes antes del temporal, incendio del que dió cuenta la prensa de Madrid y que duró

sostenida desde veinticuatro horas antes) y ventolina de Poniente que roló rápida y furiosamente al Norte, fijándose en el NNE. con mar gruesa y viento duro, cuya velocidad, dos horas después, registraba el anemómetro á 28 metros por segundo, habiendo llegado á alcanzar 32 metros por segundo. El barómetro marcó una bajada de 10 milímetros veinticuatro horas después del temporal.

Estaban fondeados, al abrigo de la obra, los vapores *General Silvestre*, *Ciudad de Sóller* (antiguo *Ciudad de Mahón*), el vapor alemán *Ceuta*, un barco italiano también de gran porte y el barco de guerra *Infanta Isabel*, además de seis remolcadores pesqueros otros cuatro remolcadores más, algunos de vela y más de 30 embarcaciones menores.

La impetuosidad del temporal y su rapidez en entablarse fueron tales, que á las dos horas había destruido parte del espaldón del chaflán y tercio último de la primera alineación del dique, socavando los bloques de 70 y 80 toneladas que forman la defensa escalonada del mismo, arrastrando y volteando los que formaban el espaldón de la tercera alineación del dique, barriando todas las mercancías que ocupaban el muelle y las construcciones adosadas al interior del espaldón en que se tenían depositados varios enseres, material de buceo, aparejos, cabos, etc., etc. La grúa Titán á los primeros golpes de mar quedó incomu-

nicada, pues cortó la línea eléctrica siendo imposible su traslado, no sólo por esta razón, sino porque la escollera y bloques ocupaban su vía en sus dos tercios últimos embargando las mercancías el primer tercio, que se autorizó ocupar con aquéllas desde hace un año, período que llevaban los vapores correos atracando diariamente. A las pocas horas de iniciarse estaban embarrancadas más de 40 embarcaciones. El Capitán del vapor alemán *Centa* declaraba en el *Heraldo* á los dos días que en treinta y un años de vida de mar y viajando por todos los mares nunca había conocido un temporal más furioso ni más rápido. La llamada Puerta del Socorro, que se cerró con grueso muro de mampostería hidráulica en 1874, fué abierta por este temporal después de cuarenta años de ser respetada por los que se habían sucedido desde aquella fecha.

Por esta puerta, sita á 100 metros del arranque del dique, practicada en el acantilado á 8 metros sobre el nivel del mar, dando acceso por una galería en rampa bajo la ciudadela hasta el patio del Hospital de la plaza, se servían aquellos bravos y sufridos españoles para los embarques y desembarques, poniéndose medio á cubierto de los fuegos de los moros que sin cesar los hostilizaban.

En este temporal hemos observado, como hemos dicho, olas de 9 metros de altura, registrando la corredera de los vapores *Ciudad de Sóller* y *General Silvestre* (único que aguantó el temporal al abrigo de la obra que respetó éste) velocidades en la corriente litoral de 8 millas. Bloques naturales de 6,50 toneladas fueron elevados más de 6 metros salvando el espaldón con un transporte horizontal de 26 metros.

En el puerto de Chafarinas y en las Islas hizo también destrozos destruyendo 120 metros de espaldón del dique del NE. En los campamentos de la zona ocupada, especialmente en Yadumen, los destrozos y daños producidos por este temporal han sido grandes. Hemos podido apreciar olas de 200 metros de longitud; su altura observada, como hemos dicho de 9 metros, debió ser con arreglo á la regla práctica

$$h = \frac{V}{4} = \frac{32}{4} = 8$$

Dado el cubo de los bloques que arrastró, después de elevarlos, al interior del puerto, la presión fué superior á 25 toneladas por metro cuadrado, siendo probable que se acercara á 30 toneladas.

La rotura de varios norays, seccionados por su base, exigió un esfuerzo de $P = 56$ toneladas, deducido de la fórmula

$$0,80 \times P = R \frac{I}{n}$$

Siendo $I = 0,000661$, $n = 0,18$, $R = 12.000.000$ y el espesor de la fundición de los norays $= 0,06$.

Comprueban los datos expuestos que este temporal ha sido análogo al que destruyó el dique de Galliera del puerto de Génova en 1898.

Para la reparación de las averías producidas hemos propuesto las obras que se detallan á continuación, ajustándonos al proponerlas á los resultados obtenidos con las modificaciones ejecutadas en los puertos de Phillippeville, Génova, Nápoles y Orán, asimilando el perfil al del último dique de Marsella.

No hay duda, repetimos, que el sistema italiano de bloques escalonados formando la defensa del largo es teóricamente el más racional, pues forma un sistema más estable que el constituido por bloques arrojados como escollera, pero la deformación producida por asiento de aquélla originado por temporales, cuya fuerza es difícil prever, puede destruir el escalonado, dejando

huecos al arrastrar algunos de los escalones, que no pueden llenar los bloques superiores, siendo difícil reconstruir el escalón. Para reparar estas averías el procedimiento más factible es abrigar con bloques artificiales de 35 toneladas como mínimo este escalonado empezado á dislocar. Esta escollera de bloques podría alcanzar la coronación de otra fila de grandes bloques sueltos de 100 toneladas interpuestos entre el espaldón de mampostería y la citada defensa de bloques vertidos.

Conseguiríase con esta doble protección defender el pie de la rígida superestructura apoyada en el macizo nunca estable de los bloques escalonados sobre el escollerado; y con el manto de bloques arrojados quebrar las olas y resguardar el espaldón á la par que reducir su altura libre exterior. Los bloques de guarda se proyectan de 5 metros en sentido normal al espaldón, 2,50 de anchura y altura de 2,5 por fuera y de 3 en el paramento adosado al espaldón, siendo su coronación una vertiente del 10 por 100.

El manto de bloques arrojados cubrirá el paramento exterior del espaldón ó superficie batida por el mar. Dicho manto tendrá un talud de 2 por 1 hasta llegar al nivel del mar, donde quebrará el perfil dándole un talud de 1 y $\frac{1}{2}$, por 1 para la parte sumergida de escollera de bloques.

La circunstancia de ser el dique muelle donde se depositan las mercancías nos obliga á proponer la elevación del espaldón para evitar que aquéllas sean barridas ó por lo menos que sufran daños en temporales de la importancia del último. A dicho fin se elevará el espaldón 3 metros más de altura, quedando la coronación, por lo tanto, á 9 sobre el nivel del mar.

El importe de las reparaciones propiamente dichas, importará unas 340.000 pesetas, y el de los refuerzos de escollera de bloques y de elevación y ensanche del espaldón unas 590.000 pesetas. La grúa Titán, aunque ha sufrido averías importantes, creemos que se debe procurar salvar; operación que, aunque difícil, la estimamos posible y económica, pues una nueva de igual potencia y alcance costaría 350.000 pesetas, y el salvamento, reparación y montaje de la antigua, acaso importe menos de 200.000 pesetas.

Acompañan á estas ligeras notas fotografías de la obra antes y después del temporal y otras tomadas durante aquél. Enseñan más estos testigos gráficos que los datos, detalles y explicaciones anteriores.

MANUEL BECERRA Y FERNÁNDEZ.

Madrid 7 de Abril de 1914.

Tracción eléctrica por corriente continua á alta tensión.

(*Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen*).

Dos publicaciones recientes (1), una cuyo autor es el Ingeniero Ertel, y otra con la firma Siemens-Schuckert, se ocupan, exclusivamente, del empleo de corriente continua á alta tensión para la tracción eléctrica. Auxiliándonos con estos documentos, vamos á examinar el asunto en conjunto.

Gracias á la adopción de *motor de polos de conmutación* (2),

(1) El libro de Ertel ha sido publicado por la casa Aleff, en Elberfeld; el de los establecimientos Siemens-Schuckert, redactado por su división de ferrocarriles.

(2) En alemán *Vendepole*; este término lo define la *Verband deutscher Elektrotechnischer* (Asociación de Ingenieros electricistas alemanes), en la forma siguiente: Polos auxiliares intercalados entre los polos principales y que sirven para mejorar la conmutación, de modo que empleando escobillas de acnuado invariable, hagan casi completamente inmune la máquina contra las chispas, independientemente de la carga y del sentido de rotación.