

La parte principal de este trozo del molo es la situada en profundidades superiores a 18 metros, en la cual se adoptó el tipo de la figura 10. Este se compone de una infraestructura hecha con un prisma de desmante de cantera y arena cubierta con una capa de bolones y limitada a la cota (-25), encima del cual se colocaron dos capas de enrocados, de

convenientemente se fundó el muro vertical. Para la construcción de este muro se adoptó el tipo, ya ensayado en menor escala, de grandes elementos, formados por cajones de concreto armado de 20 metros de largo, 16 metros de ancho en la base y 15 metros de altura; estos cajones se componían de losas reforzadas con nervios horizontales, apoyados en tabi-



100 a 1 300 kilos de peso, y de 1 300 kilos a 4 000 respectivamente; esta infraestructura se limitó a la cota (-14m) con una plataforma horizontal de 32 metros de ancho, que permite dejar una berma de 10 metros de ancho por el lado exterior y de 6 metros por el interior, encima de la cual, después de emparejarla

ques transversales que dividían los cajones en diferentes compartimentos; en el sentido longitudinal se dispusieron piezas horizontales de concreto armado, que transmitían los empujes del agua de un extremo a otro del cajón, equilibrándolos; encima de estos cajones, una vez rellenos de concreto y después de dejarlos asen-

tar durante un año, se construyó la coronación de concreto en sitio, de 4 metros de ancho y 3 metros de espesor, que llega hasta la cota (+4.00), y el parapeto, limitado a la cota (+7.50).

Los cajones se construyeron, por grupos de tres, en una gran ataguía construída en la poza del antiguo muelle fiscal, semi-abrigada por los malecones ya construídos a partir del molo; las paredes de esta ataguía, cuyo fondo se había emparejado a la cota (-8.00), eran dobles; la exterior metálica y la interior de madera, rellenando el espacio de unos 6

metros que se produciría con el peso del muro, y se les rellenó de concreto.

En la construcción del trozo principal del molo, que se resolvió bastante después de terminada la parte a que nos hemos referido, pudo aprovecharse la experiencia ya adquirida en Valparaíso, que indicaba que era posible reducir la profundidad de fundación del muro, elevando la infraestructura sin inconveniente hasta la cota (-12m).

La figura 11 indica en sus líneas generales la disposición de esta parte de la obra, tal como fué ejecutada. La parte

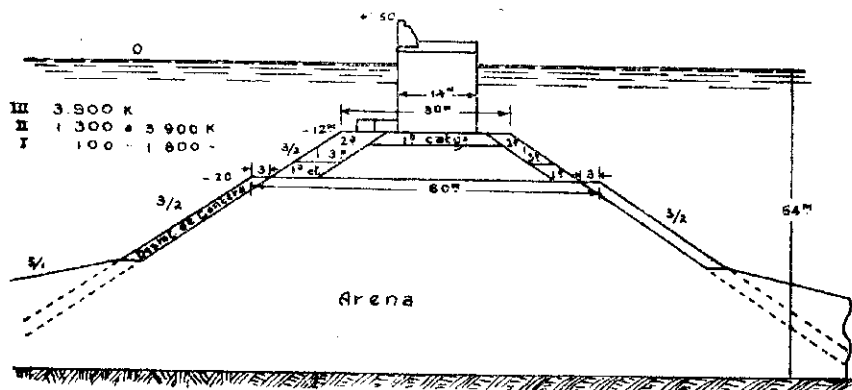


Fig 11

metros de ancho que quedaba entre ellas, con material dragado ahí mismo, que es bastante poco permeable. Después del endurecimiento necesario, se llenó de agua el interior de la ataguía, con lo cual los cajones flotaron, calando 7 metros; se desarmó una pared frontal de la ataguía y se sacaron los cajones, colocándolos al abrigo del trozo ya hecho del molo, donde se les rellenó parcialmente de concreto. Después se les fondeó en el sitio de su colocación, descansando sobre la plataforma de asiento, que se había dejado más arriba de su cota definitiva a fin de compensar el asenta-

miento que se produciría con el peso del muro, y se les rellenó de concreto. más voluminosa de ella se hizo con arena, dragada en las playas de Las Salinas y Laguna Verde, que se dejó caer desde los pozos de las dragas; esta arena se elevaba hasta llegar a una altura de unos 30 metros sobre el fondo, altura a la cual después de poco tiempo se rompía el equilibrio de la resistencia del fondo, produciéndose hundimientos y deslizamientos laterales bruscos. Se recargaba el terraplén submarino hasta que ya no volvían a producirse esos movimientos, dejando la plataforma a la cota (-20 m) con el peralte conveniente. Es interesante a este respecto tener

presente que los hundimientos bruscos a que se ha hecho referencia fueron particularmente importantes en las cercanías del punto II de la figura 6, en que el estudio del terreno fangoso dió resultados más desfavorables. Los asentamientos que se han producido posteriormente, después de construída la superestructura del molo han concordado también con los resultados de ese estudio.

Una vez terminada la base de arena, se emparejaba su plataforma superior y se regularizaba su perfil, protegiéndolo con desmante de cantera; encima de esa plataforma, que tiene 60 metros de ancho, se colocó el prisma de desmante de cantera, cubierto con enrocados dis-

está menos expuesta que el primer trozo, porque recibe menos de frente el golpe de los grandes temporales, lo que justifica que se la fundara a menor profundidad, no había inconveniente en formar el muro con bloques artificiales arrimados, formando mampostería ciclópea, y el buen resultado obtenido en el espigón de atraque con la disposición de los bloques en capas inclinadas, que seguían perfectamente los asentamientos de su infraestructura sobre el terreno fangoso, aconsejó aparejar los bloques en esta misma forma. En las figuras 12 y 13 se ha detallado la forma y la disposición de los bloques.

El muro de bloques se elevó hasta la

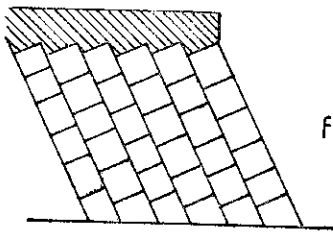


Fig. 12

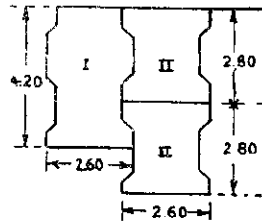


Fig. 13.

puestos en la forma que indica la figura, que completaba la infraestructura, limitada a la profundidad de 12 metros con un ancho de 30 metros. En realidad, para compensar los asentamientos que debían producirse ulteriormente, esa plataforma se dejó a una profundidad un poco inferior a 11 metros, dejando un margen de asentamiento de más de 1 metro.

La superestructura de esa obra, que tiene 14 metros de ancho y se eleva hasta la cota (+4), no podría hacerse con cajones monolíticos, como se había hecho con tan buen éxito en el primer trozo del molo, porque no había un sitio adecuado para la construcción de los cajones; por otra parte, como esta parte del molo

cota (+2.90) en los paramentos y (+1.20) en el interior, de manera que la capa de concreto en sitio que se colocó posteriormente quedó sólidamente anclada en el muro. Esta capa de concreto se colocó en general por lo menos un año después de construído el muro de bloques, dejando así que los asentamientos se produjeran antes de su colocación. Es interesante a este respecto anotar algunas cifras, que permitan formarse una idea de la forma como esos asentamientos se han producido, para lo cual he indicado en el cuadro siguiente los asentamientos en cm. para diferentes capas inclinadas, tomándolas de 20 en 20 en la parte en que fueron mayores.

Capa	ASENTAMIENTOS		
	6.º mes cm.	12.º mes cm.	entre 6.º y 12.º
20	63	67	4
40	70	76	6
60	85	94	9
80	87	105	18
100	94	108	18
120	74	83	9
130	100	120	20
150	86	110	24

En este cuadro puede verse que los asentamientos fueron rápidos al principio y bastante lentos después, correspondiendo en general más del 90% del total a los seis primeros meses y en los casos más desfavorables el 80%. En cuanto a la irregularidad de los asentamientos, ha sido muy poca, pues las mayores diferencias entre cada 20 capas, o sean 52,50 m., han sido del orden de 11 cm., lo que permite esperar que los asentamientos posteriores a la terminación de la obra no se traduzcan en separación de los bloques del muro y el concreto en sitio. Estas esperanzas se han realizado hasta la fecha, pues el muro de bloques fué terminado en Octubre de 1929 y en Mayo de 1930, la colocación del concreto en sitio; desde entonces a la fecha han transcurrido más de dos años y no se ha notado ninguna separación de los bloques y el concreto.

El 2 de Octubre de 1930 al terminarse la colocación de los bloques se hizo una nivelación prolija de todo el brazo principal del molo; pocos días después se produjo un violento temblor y una nueva nivelación, hecha el 17 del mismo mes, acusó un descenso que varió en 0,005 m. y 0,03 m.; este descenso fué de 0,005 a

los 250 m. del arranque del brazo principal, creció gradualmente hasta los 560 metros donde alcanzó a los 0,03 metros y disminuyó en seguida, hasta ser de 0,01 metros en el extremo del molo. Ha sido particularmente interesante el hecho de que el temblor en referencia, que fué extraordinariamente violento, se produjera recién hecha una nivelación, porque así se pudo medir el efecto producido por él, que no tuvo por cierto la importancia que muchos se imaginaban.

El costo total de las obras de abrigo de Valparaíso, expresado en moneda de 6 peniques fué de \$ 74 843 211 de los cuales correspondieron \$ 16 043 211 al primer trozo, de 300 metros de largo y el resto, o sean \$ 58 800 000 al brazo principal, de 700 metros. Y vale la pena hacer algunas consideraciones acerca de estos costos, entrando en algunos detalles.

El proyecto Krauss, como he dicho, se basó en la idea de no construir obras en profundidades superiores a 30 metros, porque su autor las consideraba de ejecución insegura y estimaba que, en todo caso, su costo resultaría exorbitante. Esta idea fué aceptada sin mayor estudio por numerosos técnicos y llegó a ser un axioma para el público. Ahora bien la realidad ha venido a demostrar que no tenía fundamento sólido ninguno. En efecto la parte principal del trozo de 300 metros del molo Duprat se encuentra en profundidades que varían entre 18 y 45 metros en el eje, con un promedio de 31 metros aproximadamente, o sea casi exactamente el máximo que no convenía sobrepasar, según el criterio citado; pues bien el costo medio de un metro lineal de ese trozo del molo fué de; \$ 75,300 pesos de 6 d. y el costo medio del segundo trozo del molo, en 52 metros de hondura y con base de fango blando, fué de \$ 84 000 o sea sólo 11% más; se ve pues

que ni la gran hondura ni la naturaleza del fondo podían considerarse como circunstancias suficientemente importantes para imponer la condición de no sobrepasar la profundidad de 30 metros.

A este efecto conviene tener presente que, al aumentar la profundidad es cierto que aumenta el volumen de la obra construída, pero su costo aumenta en proporción mucho menos marcada, porque el mayor volumen se realiza con materiales de pequeño valor, como el desmonte de cantera o la arena. El señor Krauss, al tratar de la justificación del tipo de molo de abrigo que propone en su proyecto,

está fundada a (—12); ahora bien esta pequeña diferencia en la cota de fundación de la superestructura se traduce en un aumento considerable de su costo y, aunque la profundidad media del segundo trozo, 52 metros, es bastante superior a la profundidad máxima del primero, 45 metros, el costo de un metro lineal del segundo trozo fué de \$ 84 000 de 6 d., como ya dijimos, y el costo máximo del primer trozo fué de \$ 87 500 de la misma moneda, y sin embargo esta última obra es mucho menos voluminosa que la otra.

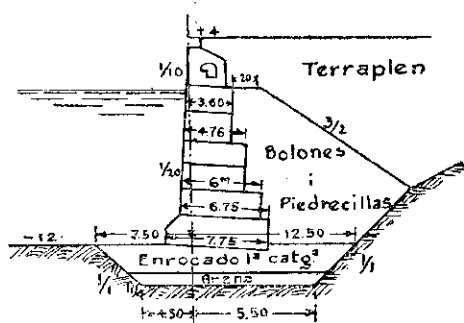


Fig. 14

hace una comparación gráfica entre las obras de paramentos verticales y las formadas por prismas de enrocados protegidos, en la cual llama la atención el volumen mucho menor de las primeras; pero esa comparación no significa nada, respecto a costo de ambos tipos, porque una parte considerable del volumen del primer tipo tiene un precio unitario diez veces mayor que el promedio del segundo. Bien claramente habla en este sentido lo que sucedió en el propio molo de Valparaíso: la superestructura del primer trozo, figura 10, está fundada a la cota (—14) y la del segundo trozo, figura 11,

B) OBRAS DE ATRAQUE

Estas obras comprenden: los malecones corrientes, el espigón de atraque y el muelle de El Barón.

En los malecones corrientes se adoptó el tipo indicado en la figura 14, en que la parte principal la constituyó un muro de bloques artificiales de concreto, fundado sobre una base de enrocados. Como estos malecones iban a quedar durante mucho tiempo expuestos a las socavaciones que pudieran ocasionar las olas, pues el primer trozo del molo no era suficientemente largo para abrigo, se

dragó el material del fondo formando una zanja cuyo fondo quedaba a la cota (-15), zanja que se rellenó con arena y piedras de peso hasta 1 300 kilos, capaces de resistir a la socavación; encima de esta capa, convenientemente emparejada con la inclinación de 1 : 10 respecto a la horizontal, se elevó el muro de bloques, colocados por capas horizontales, trabando las juntas (en la figura no se indica el detalle de los bloques, cuyo peso era de 60 toneladas). Detrás del muro se colocó un prisma de bolones y piedrecillas y encima del muro un macizo

ducirían asentamientos y penetraciones de mucha importancia en el fondo y que deberían ser muy desiguales en el largo del espigón. En efecto, en la parte extrema de esta obra, la altura del muro y su coronación representa la tercera parte de la altura total sobre el terreno, de manera que cuando se construyera el muro los asentamientos se habrían ya producido en su mayor parte; en cambio en el arranque del espigón la carga que habría recibido el suelo al construir el muro representaría la tercera parte del total, de manera que los asentamientos

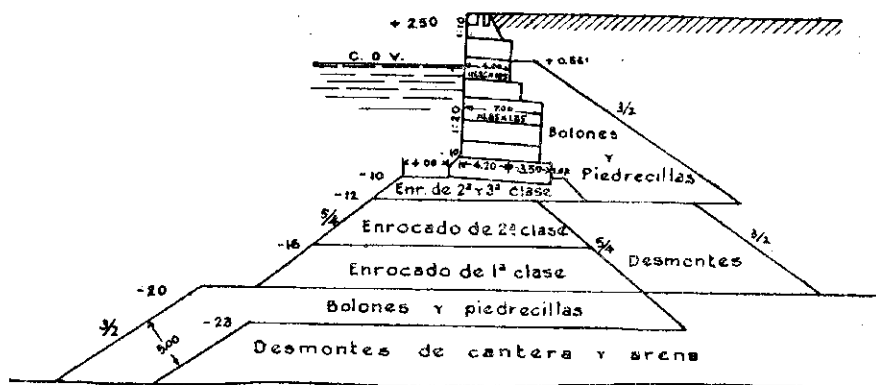


Fig. 15.

de concreto en sitio con paramento de mampostería de bolones y coronación de piedra tallada. El concreto en sitio sólo se colocó después que se había efectuado el asentamiento del muro de bloques, que se hacía más rápido y completo sobrecargándolo con bloques artificiales cuyo peso era superior al del concreto que iba a colocarse después.

El espigón de atraque, del cual la figura 15 indica un corte parcial tiene su extremo en profundidades de 35 metros y está fundado sobre terreno fangoso de unos 10 metros de espesor; era por consiguiente de preverse que se pro-

deberían producirse principalmente después de construído ese muro. Esta diferencia de condiciones a lo largo del espigón aconsejó colocar los bloques del muro en capas inclinadas, conservando la diferencia de espesores a lo alto de la obra. Se construyó primero toda la infraestructura de base de los malecones y se ejecutó en seguida el relleno entre los prismas de enrocados así formados. Durante la ejecución de la infraestructura y principalmente del relleno se produjeron hundimientos bruscos, por ruptura del equilibrio del terreno fangoso en que está fundada esta obra, y esto hizo que

el público de Valparaíso, impulsado probablemente por los que podían tener interés en que el espigón de atraque no se construyera, principiara a preocuparse de esta obra, manifestando temores acerca de la posibilidad de su construcción, y que la prensa de Valparaíso la atacara duramente, pidiendo que no se la prosiguiera, aunque se perdieran los millones ya gastados en su infraestructura. El Gobierno, a pesar de eso, resolvió proseguir la obra, y después de pasado el plazo necesario para el asentamiento de la infraestructura, se procedió a construir el muro del malecón, colocando los bloques en capas inclinadas, como se ha dicho, naturalmente, en vista de la naturaleza del terreno de fundación la base de este muro se había dejado con el peralte que se consideró necesario.

El muro así construido se sobrecargó con varias capas de bloques artificiales, cuyo peso sobrepasaba el del macizo de concreto en sitio que los reemplazaría y se dejó asentar durante un año; durante este período se produjeron los asentamientos, los que, conforme a las previsiones, fueron aumentando gradualmente a medida que la profundidad era menor y que el terreno fangoso había sido menos comprimido. La facilidad con que los bloques del muro seguían los asentamientos del fondo, que en esta obra se comprobó mejor que lo que se había hecho en otras partes, por ser sin duda aquí el terreno de más mala clase, fué lo que decidió a adoptar en el brazo principal del molo este tipo de construcción, pues ella no se había iniciado todavía.

El muelle de El Barón fué proyectado, según hemos visto, para atender al movimiento del carbón necesario para el servicio de la Primera Sección de los Ferrocarriles del Estado, y en conjunto con él se estudió la maquinaria que debe-

ría completarlo, para que sus servicios resultaran económicos y rápidos. Como esta obra iba a encontrarse en un paraje desabrigado, era necesario que opusiera el menor blanco posible a las olas, lo que hacía excluir desde luego toda obra llena; en esas condiciones, siendo el tipo de obra uno de los más costosos que se pueden adoptar, era necesario reducir su ancho para reducir su superficie, y estudiar, como se hizo, un sistema especial de explotación. La figura 16 indica un corte transversal del muelle de El Barón, que se compone de 22 tramos de 12,50 m. de largo entre ejes de las columnas; las columnas están dispuestas en grupos de cuatro, en el sentido transversal, tienen 4 m. de diámetro y las de cada grupo distan de 8 y de 8.50 metros entre ejes. Estas columnas se hicieron de concreto armado, por trozos de 2.50 metros que se apernaban entre sí; formando una longitud total de 20 a 27 metros; se construyó un fuerte andamio y desde él, con auxilio de prensas hidráulicas, le colocaban las columnas en su sitio y se las hacía penetrar hasta enterrarlas 8 metros en el suelo, que es de arena, por medio de dragado interior. Cuando se llegaba a esa situación, lo que se conseguía sobrecargándolas con lingotes de fundición de forma especial, se clavaba en el interior de ellas, con inyección de agua y martinete a vapor, una corona de 8 pilotes de concreto armado, y después se las rellenaba de concreto, que englobaba los pilotes en 10 metros de altura; la punta de estos pilotes llegaba a la cota (-28) y hasta la (-30).

Cada grupo de cuatro columnas forma una cepa transversal, la que se completa con una cabezal de concreto armado de 3 metros de ancho y 1,4 metros de altura, anclado en el concreto de las columnas por medio de gruesas barras de hierro. Encima de estos cabezales se apoyaban

las vigas longitudinales del tablero, hechas igualmente de concreto armado; estas vigas son 18 en el sentido transversal y forman vigas continuas de 6 tramos en el longitudinal; las losas del tablero tienen 0,225 metros de espesor,

cauciones que aconseja la técnica del concreto armado; sin embargo, antes de diez años después de terminada, se habían producido desperfectos, debidos a la oxidación de las armaduras, que exigieron una reparación costosa y difícil. La causa

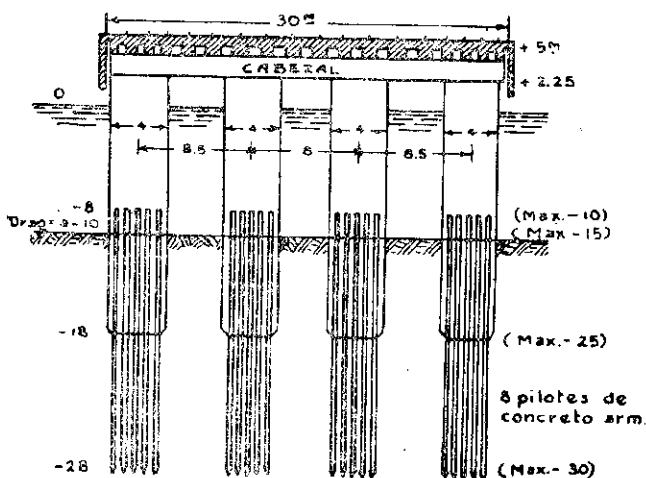


Fig. 16.

los nervios tienen 0,40 metros de ancho y 1.20 metros de altura total.

El tablero fué construído en Las Salinas por trozos de 12 metros de largo que comprendían dos nervios y la parte de losa correspondiente dejando sobresalir las armaduras; una vez colocados estos trozos encima de los cabezales correspondientes se hacían solidarias las armaduras de dos trozos consecutivos y se hacía la concretadura que completaba la continuidad, otro tanto se hacía con la separación longitudinal que quedaba entre los trozos de losas.

El pavimento se hizo con concreto hasta la altura de los durmientes, que se cubría con concreto granolítico.

Esta obra fué ejecutada en las mejores condiciones y adoptando todas las pre-

de esos desperfectos es, a juicio del infrascrito, inherente al concreto armado y hace que este material no se recomiende para la construcción de obras que, como los tableros de los muelles, van a encontrarse en una atmósfera sumamente oxidante, como es el aire marino a tan poca distancia del agua. En un informe presentado al último Congreso de Navegación he tratado en detalle este punto, que no cabe desarrollar en el presente estudio.

Para sustraer el muelle a los golpes de las embarcaciones se colocó una defensa de madera; formada por piezas verticales, que se apoyaban en el tablero del muelle y en vigas triangulares de concreto armado, colocadas horizontalmente entre las columnas.

Este muelle no ha correspondido en realidad a su objeto principal, pues la electrificación de la línea de Santiago a Valparaíso ha reducido considerablemente el desembarco de carbón en Valparaíso, razón por la cual no se ha hecho la instalación mecánica especial para el desembarco y almacenamiento rápido del carbón. Aparte de esto, uno de los principales consumidores de carbón, la Compañía de Gas de Valparaíso, ha hecho una instalación propia para desembarcar su combustible y transportarlo directamente a la fábrica por andarivel.

Como dato ilustrativo conviene recordar que el costo total de las obras de utilización directa ha sido de \$ 20 600 000 de 18 d., de los cuales \$ 15 000 000 corresponden a las obras que hemos descrito y los \$ 5 600 000 restantes a pavimentos, cierros, vías, galpones, almacenes de aduana, etc., es decir a todas las obras complementarias: la utilería no se ha incluido entre estas últimas.

misma línea del malecón antiguo, sino que se adelantó hacia el mar, con el objeto de ensanchar en 40 metros la faja de terreno demasiado angosto que quedaba frente a la avenida Errázuriz; el trazado del talúd de enrocados se hizo, siguiendo una línea de forma regular, convenientemente enlazada con el malecón de defensa, que deja una faja ganada al mar de unos 60 metros de ancho medio.

El malecón de defensa se construyó según la disposición que indica la figura 17. En el sitio en que se iba a construir el malecón que correspondía sensiblemente a los 8 metros de hondura, se dragó una zanja de 3 y 4 metros de hondura que se relleno con enrocados de más de 1 300 kilos de peso y se emparejó con materiales más pequeños en la parte que iba a servir de asiento al muro. En la construcción de este muro se emplearon cajones monolíticos de concreto armado de 10 metros de largo, 9 metros

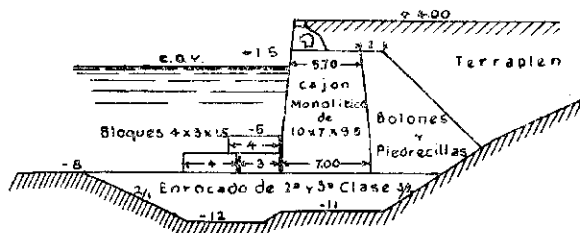


fig. 17

C) OBRAS DE DEFENSA

Las obras de defensa de la ciudad son dos, según hemos indicado más atrás: un malecón, que se extiende entre el espigón de atraque y la estación de Bellavista, y un talúd de enrocados, que va desde ahí hasta el antiguo fuerte Andes. El malecón de defensa no se ubicó en la

de alto y 7 metros de espesor en la base, que una vez encallado se rellenaron de concreto; el muro así formado se sobrecargó con bloques artificiales, se le defendió por delante con una capa de bloques artificiales y se colocó detrás de él un prisma de bolones y piedras chicas dejándolo así durante un año, antes de construir el macizo de concreto en sitio

con coronamiento de piedra tallada y paramento exterior de mampostería, que completaría la obra.

Cuando estaba en esas condiciones una gran parte del malecón, sin que se hubiera hecho el relleno detrás de él, se produjo en 1919 un temporal de extraordinaria violencia, comparable con los más fuertes de que se tenía memoria, que sometió a esta obra de abrigo a una dura prueba. Las olas, que, según estimaron los ingenieros del puerto, tenían unos 8 metros de altura, pasaron por encima de los

peso superior a 4 toneladas en su mayor parte, por detrás de este prisma se colocó una gruesa capa de desmonte de cantera, cuyo papel es impedir que la arena del relleno sea removida por el agua del mar o por el aire comprimido por ella al romper las olas contra el paramento de enrocados. Dada su naturaleza esta obra exige gastos de conservación, pues las olas remueven la arena al pie del talúd y los enrocados que forman la defensa se remueven también, quedando el talúd menos tendido, lo que exige la

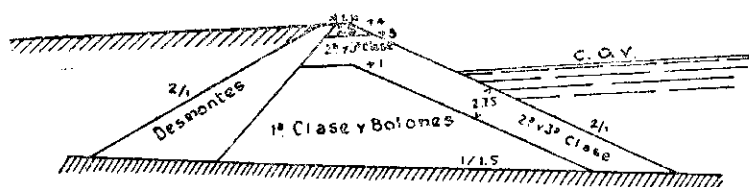


Fig. 18.

bloques de sobrecarga, formando una lámina de un par de metros de espesor sin que la obra sufriera nada; no hubo señales de socavación al pie del muro, por delante, ni movimiento de los cajones en ningún sentido.

Como hemos visto ya, sólo se habían colocado los bloques de defensa de la capa inferior, y como demostraron ser suficientemente eficaces, se resolvió después no colocar los de la segunda capa, que han sido dibujados en la figura correspondiente.

El talúd de enrocados, figura 18, está formado por un prisma de piedras cuyo núcleo se ha formado con los materiales de menos de 1 300 kilos de peso, protegidos por el lado exterior por una capa de 2,75 metros de grueso, de enrocados de

colocación de nuevos materiales de gran tamaño para restablecerlo como debe ser; sin embargo los gastos de conservación han isido hasta ahora relativamente muy pequeños, lo que permite considerar como satisfactorio el perfil adoptado, que es bastante económico.

El costo total de las obras de defensa fué de \$ 11 600 000 de 6 d., de los cuales corresponden \$ 4 200 000 al talúd de enrocados con los rellenos que quedan de trás de él.

No nos ocuparemos en este estudio de las construcciones hechas para la explotación de las obras descritas, porque lo harían demasiado largo y porque no tienen interés técnico especial, ya que no son obras marítimas y que son análogas en todos los puertos.

* * *

Las obras que hemos descrito rápidamente, sin entrar sino en los detalles más indispensables, están completamente terminadas desde hace más de dos años y algunas de ellas desde hace quince. El resultado que han dado hasta ahora es enteramente satisfactorio, pues han correspondido ampliamente a lo que se esperaba de ellas, que es tener un abrigo suficiente en la parte del puerto en que se ha concentrado el movimiento de mercaderías y permitir que las operaciones se lleven a cabo con rapidez y con facilidad. No se puede pretender que el agua no tenga ningún movimiento de resaca a lo largo de los malecones, como se consigue en los puertos con dársenas aisladas del mar, porque ello es económicamente imposible en la bahía de Valparaíso, dadas sus condiciones naturales y la pequeña importancia relativa del puerto; por eso las críticas que de cuando en cuando se hacen en ese sentido no tienen fundamento aceptable. Mucho más importancia que esos fenómenos de resaca tienen para el movimiento y las maniobras de los buques los fuertes vientos del Sur, que habrían causado numerosos accidentes en las dársenas estrechas y mal abrigadas que se han consultado en otros proyectos.

Otras críticas se han formulado durante la construcción de las obras, basadas en impresiones, con mucha frecuencia de personas ajenas a la profesión de Ingeniero, que fueron recogidas por la prensa de Valparaíso y motivaron polémicas, que no fueron más largas porque los que nos ocupábamos de la construcción del puerto consideramos que no tenía objeto discutir sobre lo que cada uno creía que podía suceder; esperamos a que las obras estuvieran terminadas para recordar las principales de esas críticas

y ver lo que puede haber de fundado en ellas.

Desde luego hemos visto que dos de esas críticas y de las que más dieron que hablar, basadas en consideraciones hechas en la Memoria del proyecto Krauss, no tienen fundamento: una es la relativa a la enorme importancia de las profundidades de 50 o más metros, unida a la naturaleza fangosa del suelo, y la otra es el no haber aprovechado el antiguo muelle fiscal; subordinando en parte a esta obra el plan general del puerto.

Ya hemos visto más atrás la verdadera importancia de la primera, que no tiene valor alguno, en cuanto a la posibilidad de ejecución de las obras, y que por lo que se refiere a su mayor costo, éste es del orden del 10% solamente y se aplica al 50% del total, de modo que el conjunto resulta encarecido en 5%; no se justifica, pues, subordinar el trazado general del proyecto a la condición de no caer con parte de las obras de abrigo en profundidades del orden de 50 metros o 60 metros, como lo hizo la Comisión Krauss, aún a trueque de proyectar dársenas excesivamente angostas y mal abrigadas.

Respecto al aprovechamiento del antiguo muelle fiscal, al cual la Comisión Krauss atribuyó una importancia exagerada, el ingeniero holandés señor Kamp, en una serie de conferencias que dió en el Instituto de Ingenieros, criticó duramente a la Comisión de Puertos que no hubiera seguido ese criterio, desperdiciando una obra que había costado varios millones de pesos. En aquel entonces, fines de 1923, refuté la crítica del señor Kamp, haciéndole ver que el muelle en referencia, construido hacía cincuenta años, era una obra hecha para ser explotada por ferrocarril Decauville, al cual correspondía una carga y una capacidad de transporte insignificante y que para

poder utilizar en ese muelle el equipo ordinario de los ferrocarriles habría sido necesario cambiarle toda la superestructura y ensancharlo casi al doble, lo que habría costado tanto como los malecones que se construyeron en su reemplazo: la economía que creía el señor Kamp que se podía obtener al aprovechar el muelle fiscal, como muelle, resultaba pues ilusoria, y en cambio para la explotación del puerto es incomparablemente más cómodo un malecón con amplias explanadas adyacentes que un muelle, en el cual no pueden permanecer las mercaderías sino momentos contados, so pena de ver congestionado el servicio en pocas horas. ¿Que cualquier persona imparcial vaya, ahora que las obras están terminadas, a los malecones construídos en reemplazo del muelle fiscal y que los compare con lo que era el muelle al que tanta importancia dieron la Comisión Krauss y el señor Kamp, y verán que fué mucho más acertado el criterio de la Comisión de Puertos, que tanto se criticó!

En un libro de más de 300 páginas don Roberto Hernández, que fué Director de la Biblioteca de Valparaíso, reunió todas las observaciones y críticas hechas a las obras de ese puerto y, a propósito del espigón de atraque, dice que el Gerente de una de las grandes Compañías de Navegación le dijo: «*Jamás permitiré que nuestros vapores entren a esa zona*»... No tengo para qué decir que hoy día los dos costados del espigón están constantemente ocupados, lo que quiere decir que los vapores *entran a esa zona*; pero debo agregar que aún antes de que se iniciara la superestructura del segundo trozo del molo, es decir cuando el espigón estaba enteramente desabrigoado, me he embarcado en el Oriana de la P. S. N. C. lo que contradecía lo que algunos

años antes un gerente había aseverado enfáticamente al señor Hernández.

En el mismo libro, refiriéndose a críticas de otro orden, reproduce el señor Hernández dos figuras relativas a la rotación de las olas en torno del molo de abrigo y a la reflexión de las mismas en el trozo comprendido entre el muelle de El Barón y el fuerte Andes, de la cual resultaría una agitación enorme en la parte abrigada del puerto. Algo de esto último había dicho el señor Kamp y yo le había objetado que una obra como el talúd de enrocados destruye el movimiento ondulatorio y no puede reflejarlo, por su naturaleza y por la poca profundidad en que se encuentra; por otra parte, aún cuando las olas se hubieran reflejado en esa parte de la bahía, no habrían alcanzado a producir los efectos que se indican en la figura a que me refiero (que se publicó en los Anales del Instituto de Ingenieros en Abril o Mayo de 1924 con el título de «*el desastre portuario de Valparaíso*», por la enorme distancia que habían tenido que recorrer, unos 2 300 metros, cruzándose con las olas directas. En su tiempo no me preocupé de rebatir esos temores de agitación extraordinaria en la parte abrigada del puerto, porque cualquiera opinión que hubiera emitido en contrario habría sido discutida: hoy que las obras están terminadas y que se han producido temporales bastante violentos, se puede comprobar en cualquiera de ellos que todos esos temores eran demasiado exagerados. Basta mirar el plano, sabiendo la dirección que traen las olas, para comprender que el costado oriente del espigón no estará bien abrigado, ni se ha pretendido que lo esté, que por efecto de la rotación de las olas habría agitación a lo largo de ese costado, que por efecto de la propagación de ellas se pro-

duciría pequeñas ondas derivadas a lo largo del molo, hacia el interior del puerto; pero la agitación en esta parte no puede ser de importancia. Estas previsiones son las que me han hecho decir antes que no se podía pretender obtener en Valparaíso una calma completa; pero, ¿de ahí a decir que las obras fueran a ser un *desastre portuario* hay distancia! Por lo demás la realidad ha justificado las previsiones para las cuales he dicho que había fundamento, pues en la parte abrigada no hay que interrumpir el tráfico de botes, cuando hay temporal afuera.

Como puede verse, las críticas que se hicieron a la Comisión de Puertos no se justificaban y las profecías de sus autores

no se han cumplido; el espigón de atraque se construyó perfectamente; el terreno fangoso no se lo ha tragado; los vapores atracan sin inconveniente a ese espigón; el molo de abrigo no era obra de locos; no se justificaba conservar como tal el muelle fiscal para aprovechar sus columnas; Valparaíso necesitaba obras de abrigo, y el proyecto de la Comisión Krauss no era la última palabra de la ciencia.

Lamento haber tenido que alargar este estudio, recogiendo las principales de las críticas que se hicieron a las obras de Valparaíso; pero era necesario hacer ese paréntesis, sin el cual la mayoría de mis colegas habrían creído que tenían fundamento.

(Continuará)