

te la conservación, una eliminación de los alcalinos, al someter los cuerpos a la acción del agua corrosiva, se produce desde el primer momento solamente una considerable eliminación de la cal, en condiciones que sobrepasan a su saturación normal.

4. Resultados de los ensayos de resistencias

En la mayor parte de las investigaciones sobre la corrosión de los cementos hasta ahora efectuadas se empleaba únicamente, y como ya hemos dicho, la comparación de las resistencias de cuerpos de ensayo antes y después de conservarlos durante cierto tiempo sumergidos en los líquidos objeto de ensayo. Los resultados a que se llegaba eran puramente empíricos, no pudiéndose, con este método, penetrar en el mecanismo del proceso mismo.

Siguiendo el método por nosotros propuesto en este trabajo se hace también esta comparación, pero precisamente sobre los cuerpos en que se midió el proceso químico de la corrosión. De esta manera creemos se podrá adelantar algo en el estudio y conocimiento de este problema.

A pesar de que nuestro ensayo de aplicación del método propuesto, para el caso concreto del agua destilada, no se prolongó, como ya hemos dicho, por el tiempo necesario para llegar a una total descomposición de los cuerpos de ensayo, se han presentado casos en que las resistencias finales de los cuerpos se encuentran bastante disminuídas.

Las resistencias individuales de los cuerpos de ensayo determinadas al final de las experiencias pueden verse en las tablas, ya citadas, en que se dan las demás propiedades físicas, o sea: en las números 1 a 3, para la clase 13; números 7 a 9, para la clase 15, y número 13, para la clase 18.

En la tabla 27 se consignan los valores medios de las resistencias a la presión de los cuerpos de ensayo determinadas al final de las experiencias de filtración, y, además, las resistencias de los cuerpos preparados, según se indicó en el plan, ya esbozado al principio de este trabajo, para efectuar las determinaciones paralelas de la resistencia al final del período de conservación, o sea al empezar las experiencias de filtración, y, por último, las resistencias de otra serie de cuerpos, preparados también análogamente a los de ensayo y conservados mientras duraban las experiencias, al final de las cuales se determinaban sus resistencias.

Las resistencias de los cuerpos paralelos han sido determinadas en series de cuatro cuerpos, calculando después el valor medio. Estos valores medios son los que figuran en la tabla 27.

T A B L A 27

Resumen de las resistencias a la presión de los cuerpos de ensayo y de cuerpos paralelamente conservados

Clase	Conservación	Cuerpo ensayo fin experiencia	Cuerpos paralelos al principio y fin de la filtración	
13	Aire. {	3 días...	344	181
		7 días...	335	225
		28 días...	343	273
	Agua {	3 días...	368	192
		7 días...	368	265
		28 días...	344	307
15	Aire. {	3 días...	342	300
		7 días...	342	300
		28 días...	342	300
	Agua {	3 días...	158	105
		7 días...	167	139
		28 días...	182	193
18	Aire. {	3 días...	125	111
		7 días...	170	145
		28 días...	179	166
	Agua {	3 días...	197	265
		7 días...	74	118
		28 días...	99	113
	Combinada		105	134
				153

La comparación de los resultados de esta tabla nos muestra claramente la diferencia de corrosión entre las tres clases de cuerpos estudiadas.

En la clase 13 los valores obtenidos superan o están muy cerca de los de los cuerpos paralelos, resultado debido, sin duda, a la gran compacidad de los cuerpos de esta clase que, como hemos visto, apenas dejaron pasar agua a su través.

En la clase 15 los valores de las resistencias de los cuerpos de ensayo son intermedios de los valores hallados para los cuerpos paralelos de principio y fin de las experiencias de filtración, lo que nos indica una corrosión superior a la que tendría lugar por mera conservación.

Por último, para la clase 18 los valores obtenidos caen por bajo de los de los cuerpos paralelos de principio de las experiencias de filtración, denotando este hecho una intensa corrosión, que, sin embargo, no sería descubierta por el método clásico. Además, la intensidad del descenso de las resistencias es paralelo con la cantidad de sustancias perdidas por el cuerpo, según puede verse mediante una comparación con los resultados químicos.

Como conclusión, y basándonos en todas las experiencias y ensayos efectuados, y que acabamos de exponer, podemos decir que el nuevo método de investigación de la corrosión de los hormigones, objeto de este trabajo, podrá aplicarse, en lo sucesivo, con gran ventaja sobre los hasta ahora conocidos, para la investigación de los procesos que tienen lugar durante la acción de los diferentes líquidos agresivos sobre los hormigones en general.

Isidro PARGA-PONDAL
y Siegfried BAENTSCH

Las obras marítimas en Portugal

Las de la tercera sección del puerto de Lisboa

Antecedentes.—En las pasadas vacaciones de verano hemos tenido ocasión de visitar de nuevo los principales puertos de la vecina República, y creyendo que han de interesar a los lectores de la REVISTA,

especialmente a los ingenieros de Puertos, las importantes obras que en ellos se están llevando a cabo, nos proponemos exponer de una manera sucinta las características más esenciales de cada obra, empezando por las de la tercera sección del puerto de Lisboa, que es el primero de los que hemos visitado.

Estas obras se destinan al servicio de buques mercantes y al ensanche de la estación del ferrocarril de enlace con el puerto, y se espera que sean en lo futuro las de mayor actividad, porque darán servicio a la zona más industrial de Lisboa.

Descripción.—Comprenden lo siguiente:

a) Construcción de un muelle de 910 m de longitud, con un calado de —8,50 m en b. m. v. e.

b) Construcción de taludes empedrados de revestimiento y protección de márgenes, en una longitud de 2 820 m.

c) El relleno hasta la cota +6 m (la amplitud máxima de la marea es de 4,30 m) del área comprendida entre los futuros muelles y las márgenes actuales del río. El volumen total de terraplenes asciende a unos 2 400 000 m³.

d) Construcción de dos dársenas para embarcaciones menores.

e) Construcción de tres muelles de hormigón armado, sobre empalizadas, distribuidos en la zona de taludes empedrados, destinados al atraque de buques de carga.

f) Instalación de varias escaleras de piedra, lengüetas para el servicio de pequeñas embarcaciones, bolardos, escalas metálicas, etc.

El área total de terrenos conquistados al Tajo asciende a unas 47 hectáreas.

La disposición de estas obras puede verse en el plano general, que acompañamos (fig. 1).

Sistema de ejecución.—Las obras se construyen por contrata, que se adjudicó por concurso, al que sirvió de base un anteproyecto oficial, del cual se tomaron para el programa solamente las líneas generales, dejando al arbitrio de los concursantes la fijación de los perfiles tipos.

El concurso se verificó en junio de 1930, y adjudicaron 12 Casas, de ellas 11 extranjeras, siendo adjudicataria la importante firma italiana Società dei Lavori del Porto di Genova, cuyo director es el afamado ingeniero constructor Sr. Bastianelli, conocido en España por haber ejecutado, que sepamos, la dársena del Morrot, de Barcelona; el túnel de Canfranc y uno de los diques de Bilbao¹.

Una vez hecha la adjudicación provisional, la Casa constructora procedió a la redacción del proyecto definitivo, que fué aprobado en octubre de 1930, dándose seguidamente comienzo a las obras, que deben quedar terminadas en un plazo de cuatro años.

PROYECTO DEFINITIVO

Muro-muelle de —8,50 m de calado.—El sistema propuesto consta de una infraestructura de bloques macizos de hormigón, cimentada sobre escollera, a —8,50 m, enrasada por la parte superior en la cota +1, o sea a 1 m sobre la b. m. v. e. Desde esta cota a la +6, que es la de coronación de muelles, la superestructura es de mampostería, con el paramento concertado.

El espesor medio del muro representa el 32 por 100 de la altura.

El detalle puede verse en la figura 2.

¹ Hemos de hacer notar que, tanto en esta obra como en algunas otras de puertos que se están construyendo en Portugal, el tipo de adjudicación representa un precio tope para el conjunto de la obra, cualquiera que sea el número de unidades que sea preciso ejecutar.

La dosificación de los bloques es la siguiente: 300 kilogramos de cemento por 400 litros de arena y 800 litros de grava¹.

El volumen de cada uno está comprendido entre 33 y 38 m³, y tienen un ancho mínimo, según el sentido longitudinal del muelle, de 2,50 m.

El mortero de la superestructura tiene la siguiente dosificación: 350 kg de cal hidráulica, tipo Teil, por metro cúbico de arena, y se prescribe que en dos volúmenes de piedra ha de entrar uno de mortero de la composición mencionada.

La coronación se hace de sillería, de 1 m de ancho por 0,40 m de altura, con una sogá de 0,60 m.

Como puede verse, se ha suprimido, sin duda por razones de economía, la protección de escollera, que ordinariamente se coloca detrás de los muros-muelles de fábrica, para reducir los empujes del terraplén, sustituyéndola por arena del relleno.

En este muelle se proyectan como obras accesorias dos escaleras de sillería de 1 m de ancho, 27 norays grandes (de 35 en 35 m), 125 argollones, colocados en pequeños rebajos abiertos en el paramento del muro; 12 escalas metálicas (de 70 en 70 m) fijas al muro y colocadas en cajas verticales; estas escalas llegan por la parte inferior hasta el cero hidrográfico. En los puntos en que se colocan los norays grandes se refuerza la superestructura en una longitud de 3 metros, a la que se da el ancho del retallo inferior.

Muros-muelles de las dársenas.—La disposición general figura en el dibujo número 3.

La infraestructura se compone de un bloque macizo de hormigón cimentado sobre escollera en la cota —2, y enrasado por la parte superior en la cota +1. La superestructura es de mampostería, con el paramento concertado. Las dosificaciones son las mismas que en el caso anterior.

La disposición de los elementos de este muro resulta muy parecida (salvo la diferencia de calados) a la del muelle de la dársena Mustafá, de Argel, muro de gran ligereza, construido recientemente.

Taludes empedrados.—Se emplean mucho en Portugal para la protección de márgenes y sostenimiento de terraplenes en zonas en que, necesitándose el espacio ganado al mar, en cambio no se precisa de momento muelles verticales, cuya construcción es muy cara. Estas obras no impiden que, llegado el caso, se puedan habilitar más adelante muelles sobre empalizadas de hormigón armado en los puntos que se juzgue más conveniente. En el puerto de Setubal, que daremos a conocer en un próximo artículo, puede verse un buen ejemplo de este criterio de obras escalonadas, que estimamos económico y acertado,

¹ Los cementos que se emplean en la actualidad en las obras de puerto lusitano son de procedencia nacional y se rigen por el Pliego de Condiciones generales aprobado por el Decreto número 18 782, de 28 de agosto de 1930, y por las cláusulas especiales para el suministro de cemento portland destinado a la acción de aguas salinas o sulfatadas, aprobado por el Decreto número 20 918, de 20 de febrero de 1932. La composición química que prescriben estas últimas es la siguiente: el anhídrido sulfúrico (SO₃) no ha de exceder del 2 por 100; la magnesia (MgO), del 3 por 100, y la alúmina (Al₂O₃), del 8 por 100; prescribiéndose, además, que no ha de contener otros compuestos de azufre en proporciones dosificables. El módulo hidráulico, o sea el cociente de dividir el porcentaje en peso de la cal (CaO) por la suma de los porcentajes en peso de la sílice (SiO₂), alúmina (Al₂O₃) y óxido de hierro (Fe₂O₃), debe quedar comprendido entre 1,8 y 2,2.

Figura 1^o

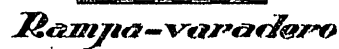
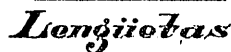
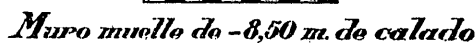


Fig. 9.

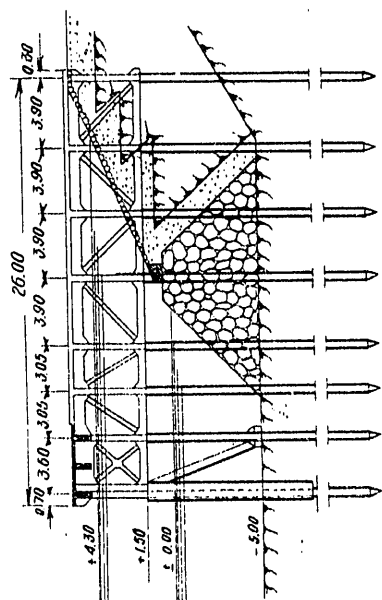
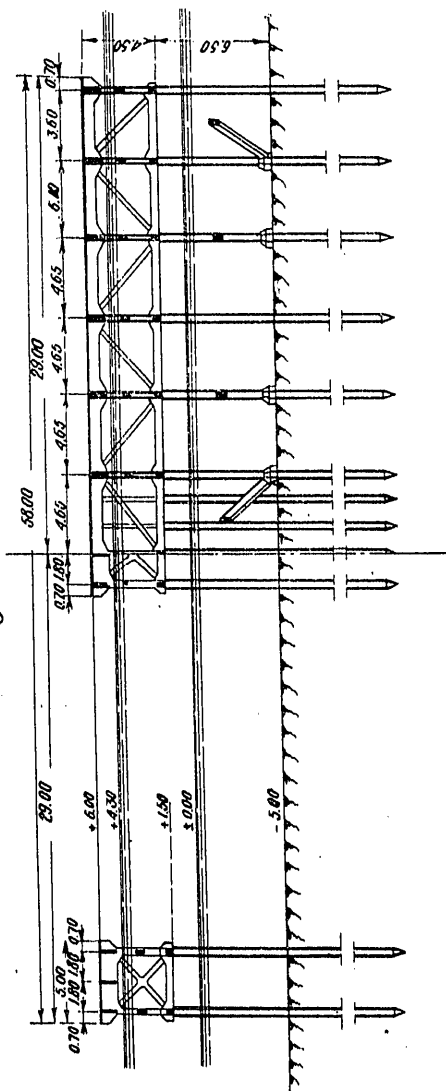


Fig. 7a



Planta y sección horizontal

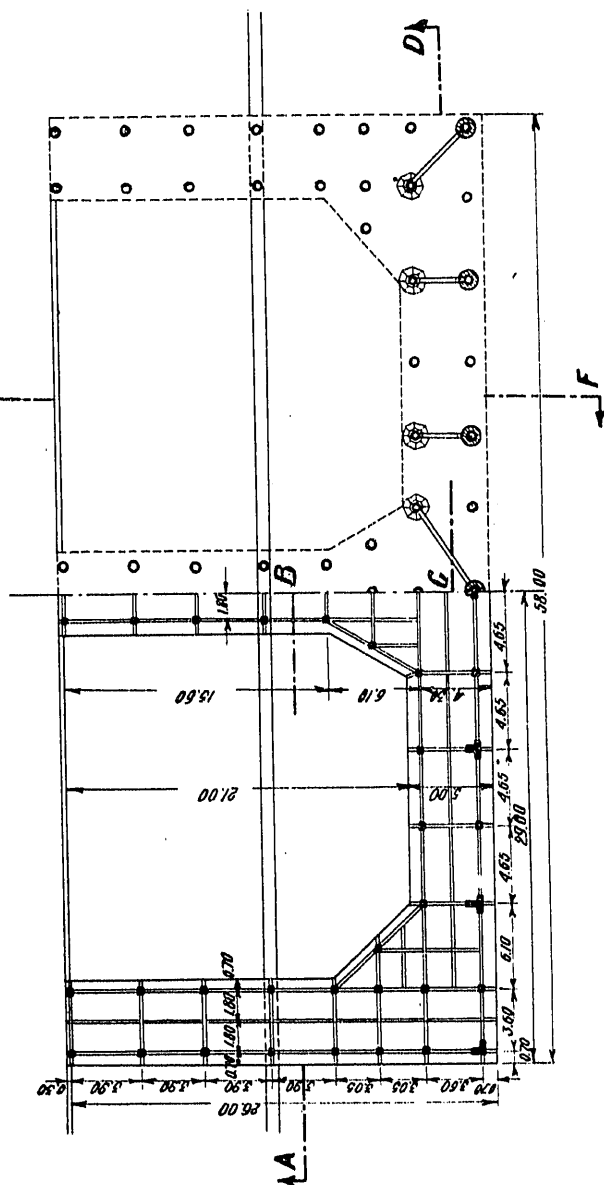


Fig. 8

PUERTO DE LISBOA

Obras de la 3^a Sección

Muelles de horniçón armado

Tipo grande



así como un tipo nuevo, muy interesante, de muelles de hormigón armado.

En el caso presente del puerto de Lisboa los taludes tienen la disposición general que se indica en la figura 4.

La escollera de fundación de estos taludes tiene una profundidad media de $-8,50$ m. La piedra de revestimiento tiene un espesor medio de $0,35$ m, y se prescribe que la menor dimensión en sentido horizontal ha de ser superior a $0,26$ m. La forma suele ser pentagonal o hexagonal. Este revestimiento se coloca sobre una capa de arcilla y detritus de cantera fuertemente apisonado. Detrás de la escollera que forma la infraestructura también se coloca una capa de arcilla y detritus, de $0,80$ m de espesor, que tiene por objeto evitar las fugas de arena del terraplén.

En algunas zonas en que el revestimiento del empedrado tiene la inclinación de 1×1 , las juntas se toman con mortero de 300 kgs de cemento por metro cúbico de arena. Las restantes, de menor inclinación, van sin mortero.

Las hiladas inferiores del empedrado apoyan sobre una hilada de pequeños bloques de hormigón, de la misma dosificación que los de los muelles, y de forma adecuada, que insisten, a su vez, sobre el prisma de escollera.

Lengüetas.—Se construirán 12 lengüetas para el atraque de embarcaciones menores, correspondiendo 2 a la dársena de Xábregas, 4 a la otra dársena y 6 a los taludes exteriores.

La disposición general de cada una se reduce, en esencia, a tres rampas adosadas, perpendiculares a la margen de la ría (véase fig. 5), cuyas respectivas coronaciones, en la parte más baja, quedan a las alturas de $(+4,50$ m), $(+3$ m) y $(+1,50$ m), que son las más cómodas para realizar operaciones en marea alta, a media marea y en marea baja.

El pavimento es de losas de mampostería concertada, asentadas sobre un macizo de mampostería ordinaria.

Para el amarre de los barcos se instalan en cada lengüeta borlados de tipo pequeño, y argollones.

Rampa-varadero.—En la alineación Este de la dársena de aguas arriba se proyecta una rampa-varadero con pendiente de $6:1$ y de la disposición que se indica en la figura 6. El revestimiento de esta rampa apoya sobre un macizo de hormigón de $0,50$ m de espesor. Las juntas del empedrado del revestimiento se toman con mortero de cemento.

Muelles sobre empalizadas de hormigón armado. Se proyectaron de dos tipos: uno pequeño, que se destinará para el atraque de los buques que han de ser descargados por medio del nuevo aspirador neumático de la Administración Militar. Del tipo grande se construirán dos, por ahora, con una línea de atraque de 58 m.

En las figuras 7 a 9 se pueden ver claramente las dimensiones y disposiciones generales de estos últimos.

Los pilotes de estas empalizadas tienen la parte central hueca, con un diámetro exterior de $0,55$ m y el interior de $0,30$ m.

Los del frente se protegen alternativamente con camisas tubulares de hormigón armado, cuyo diámetro exterior es de $1,20$ m; el espacio comprendido

entre la estaca y la respectiva camisa se rellena luego con hormigón. Como el plano exterior de estos refuerzos sobresale, naturalmente, de los pilotes sin revestir, no hay cuidado, dada la proximidad entre unos y otros, de que los choques de los barcos puedan alcanzar a estos últimos, siendo contenidos tan sólo por los revestidos.

Además de las diagonales de tipo corriente de la superestructura, la casa constructora ha proyectado unos arriostramientos que enlazan los pilotes revestidos con la parte inferior, situada al nivel del terreno, de los contiguos (véase fig. 9), con lo que se obtiene un conjunto más rígido. Estos arriostramientos se construyen de la manera siguiente: Después de haber hincado dos pilotes que han de ser arriostrados, se coloca en el pilote exterior la camisa de hormigón, en la que ya viene ligada la riostra, también de hormigón, que tiene por el otro extremo un fuerte anillo, igualmente de hormigón armado—todo construido en el taller de bloques—, que se introduce por el otro pilote, de tal manera que, una vez que el conjunto esté colocado en su sitio, el correspondiente al del anillo será el nivel del terreno de su pilote. Después se rellena el espacio comprendido entre la camisa y su pilote con hormigón, y se acuña fuertemente el anillo contra el suyo. Esta última operación tiene que ser realizada con buzo.

El hormigón de estas obras tiene la dosificación siguiente: 450 kgs de cemento por 400 litros de arena y 800 litros de gravilla.

CONSTRUCCIÓN

La piedra que se emplea en estas obras es caliza dura, que se extrae del monte de Caxias, cerca de Estoril.

La cantera dista unos 2 kilómetros de un embarcadero situado sobre la ría, transportándose luego la piedra en gabarras hasta la dársena de Alcántara, en donde está el taller de bloques, o bien direc-

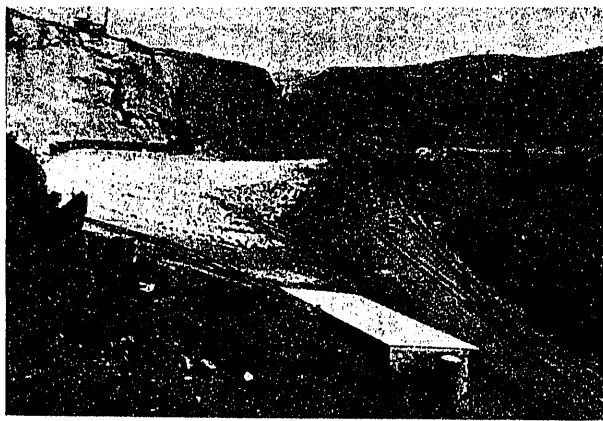


Fig. 10. Aspecto del frente Sur de la cantera

tamente a la obra, si se trata de piedra para escolleras o mamposterías. La distancia del embarcadero a Alcántara es de unos 14 kilómetros, y la distancia media a la obra es de unos 22 kms. La producción útil es de unos 800 a 900 m³ diarios, incluyendo los detritus.

La cantera tiene dos amplios frentes, separados por

un crestón de la montaña, siendo la cota media de cada frente de 30 m. El aspecto de uno de ellos puede verse en la figura 10.

Las voladuras se realizan cada dos o tres meses, empleándose para la perforación de los barrenos dos máquinas Keystone, accionadas eléctricamente por un

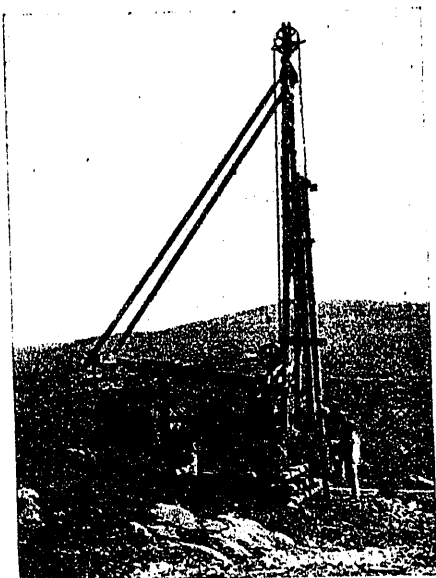


Fig. 11. Perforadora

motor de 18 CV (fig. 11). Estas perforadoras tienen una capacidad de trabajo de 1 m por hora, en esa clase de piedra, y con un diámetro de agujeros de 15 cm.

Los barrenos suelen tener una profundidad de 25 a 30 m, y se abren siguiendo una línea paralela al

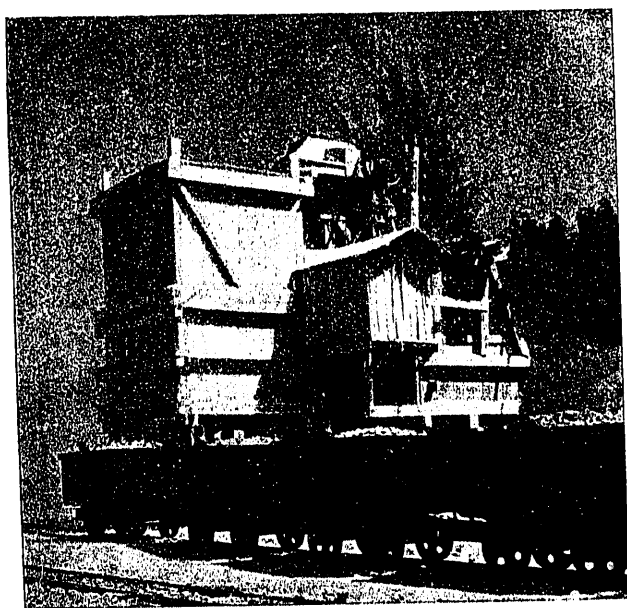


Fig. 12. Instalación de machaqueo

borde del escarpe, distante 6 m del mismo, siendo la separación entre cada barreno de 4 m.

El explosivo empleado en estas voladuras es la chedite.

Después, para obtener la piedra necesaria para mamposterías y escolleras, es preciso quebrantar los

bloques grandes que resultan de estas voladuras, y eso se hace con barrenos más pequeños, que se abren con perforadoras de aire comprimido, empleándose continuamente, en estas operaciones, de 8 a 10 martillos. Para producir el aire necesario disponen de dos compresores, accionados por motores eléctricos de 85 y 55 CV.

La piedra para hormigones se obtiene en la misma cantera por medio de una machacadora de excéntrica, marca Trailor, capaz de producir 12 m³ por hora, accionada por un motor eléctrico de 82 CV. La tolva de carga puede almacenar hasta 10 m³. El conjunto de esta instalación puede verse en la figura 12.

El transporte hasta el cargadero, que dista 2 kms, según ya hemos dicho, se realiza por medio de un ferrocarril de vía de 0,75 m.

Los vagones tienen 2 m³ de capacidad, y cada tren, accionado por una locomotora de vapor, arrastra 20 unidades.

Disponen de 200 vagones y 5 locomotoras, teniendo cuatro en servicio y una de reserva ¹.

Para el embarque de estos materiales en gabarras construyó la Empresa un cargadero de entramado

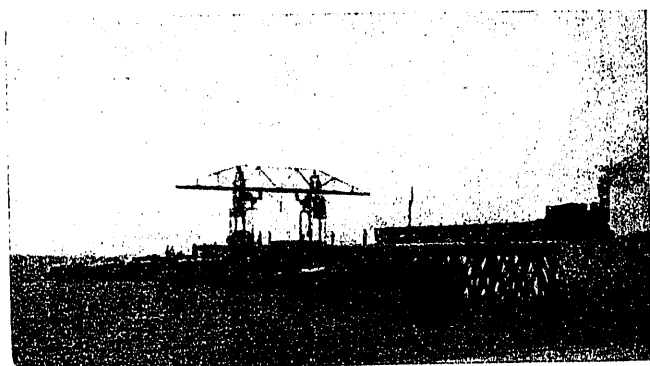


Fig. 13. Cargador

metálico sobre pilotes, también metálicos (fig. 13). Las gabarras pueden atracar por los dos lados, y el cargue se realiza por medio de un puente transversal, que tiene dos polipastos eléctricos de 17 CV en total cada uno, que se desplazan a lo largo del puente, o sea en el sentido transversal del cargadero, pudiendo levantar 5 ton ms. El embarque se realiza suspendiendo las cajas de los vagones por medio de dos anillas situadas en la parte superior de los costados, y por otras dos del centro, y como estas cajas son articuladas en su parte central, teniendo la rótula en la parte superior, una vez que la carga está sobre la gabarra se recogen los cables laterales y el vagón descarga por el fondo.

El transporte por mar hasta la dársena de Alcántara (7 ½ millas) o hasta la obra (12 millas) se efectúa por medio de gabarras accionadas por remol-

¹ Respecto al cargue, nos extrañó no ver en el frente mayor de la cantera aparato alguno de elevación, y así se lo indicamos al encargado, Sr. Boarotto, quien, amablemente, nos manifestó que habían estudiado este punto con todo detalle, llegando a la conclusión de que en el caso presente, en que los jornales eran baratos y la piedra que se precisaba tenía pequeñas dimensiones, resultaba tan económico la carga a brazo entre dos hombres, utilizando paviolas, que con grúas. En el otro frente tienen una pala accionada a vapor, capaz para unas 4 ton de carga útil.

cadore. La Empresa dispone para esto de 18 gabarras de 120 a 350 ton ms de carga, teniendo la mayoría una capacidad de 200 a 250 ton ms. Las que llevan escollera para fundaciones descargan por el fondo; las otras son barcazas de tipo corriente, que se descargan por medio de grúas de cuchara.

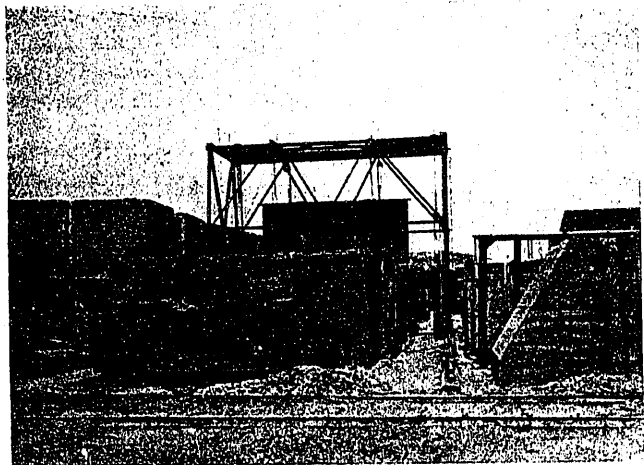


Fig. 14. Grúa para armar los moldes

La Empresa dispone también, para todas las necesidades de la obra, de cinco remolcadores: uno de 80 CV, dos de 150 y uno de 400 CV.

El taller de bloques, que ocupa el costado occidental de la dársena de Alcántara, tiene unas dimensiones aproximadas de 150 × 80 m.

La grava y la arena llegan en barcazas y se descargan por medio de dos grúas eléctricas, que trabajan con cucharas automáticas para facilitar esas operaciones.

La grava pasa a un tromel en donde se clasifica en dos tamaños. Al mismo tiempo una corriente de agua va elevando todos estos materiales, grava y

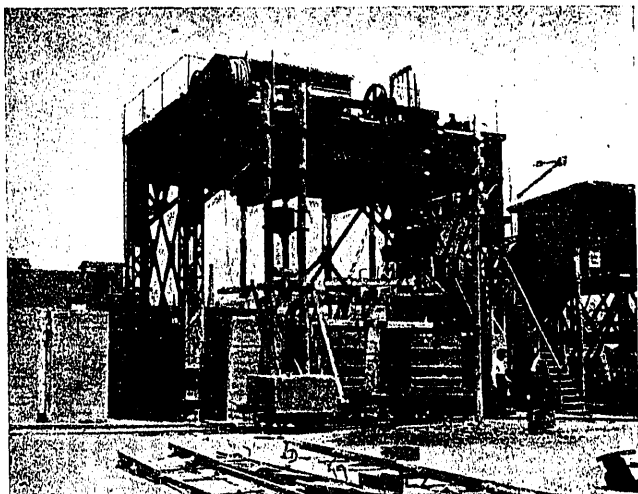


Fig. 15. Grúa transportadora de bloques

arena, que, una vez clasificados y limpios, pasan a una hormigonera de 1,50 m³ de capacidad, que produce 15 m³ a la hora.

Para la construcción de bloques disponen de una grúa de pórtico para armar los moldes (fig. 14); otra, transportadora de bloques, de 100 ton ms de po-

tencia (fig. 15); un carretón transportador y un puente de carga en gabarras (fig. 16). En otras obras se suele suprimir este último elemento, por hacerse el cargue con la misma grúa flotante destinada a la colocación de bloques; pero en el caso presente, como la distancia del taller de bloques a la obra es grande, no resulta práctico el empleo de la grúa flotante y hubo necesidad de construir ese puente de carga, también de 100 ton ms de potencia.

Para la construcción de los muelles de —8,50 m de calado se empieza por abrir, con una draga de rosario, una zanja hasta la cota de —14 m (el nivel del terreno en esa parte es de —8,50 m, por término medio), hasta encontrar en esa profundidad el terreno que se juzgó apropiado para cimentar. Esa operación se hace por zonas, que se van rellenando con una capa de arena de 1,50 m de espesor¹, sobre la que se vierte ya la escollera mezclada con detritus de cantera, para rellenar bien todos los huecos, y se enrasa con buzo a la cota de —8,50 m. Esa escollera se transporta en gabarras que descargan por el fondo, según ya dijimos.

La escollera se comprime luego con bloques de la

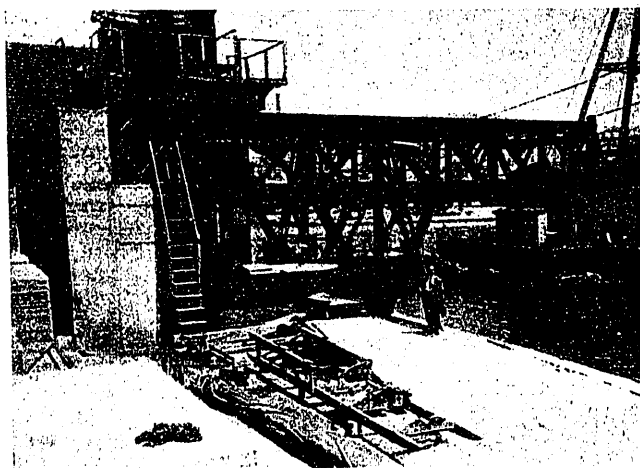


Fig. 16. Puente de carga de bloques

infraestructura, que se tienen varios meses sobre ella y no se colocan definitivamente hasta que se juzga que está bien asentada. La colocación definitiva de estos bloques no se hace por juntas alternas, sino formando macizos con juntas verticales corridas, constituyendo cada fila de bloques a modo de pilares independientes, con objeto de que un asiento en estos pilares influya lo menos posible en los contiguos. Para todas estas operaciones emplean una grúa flotante de 100 ton ms.

A fin de evitar las fugas de arena por las juntas de los bloques se proyectó, en sus caras laterales, unas cajas o entalladuras, que sirven para guiar las cadenas de enganche durante su colocación, rellenándose después, con pequeños sacos de hormigón, para formar dos pantallas verticales entre cada dos bloques contiguos, que impiden el paso de la arena.

¹ Véase un artículo muy interesante sobre cimentaciones en terreno fangoso, del ingeniero italiano Barberis, que tuvo a su cargo durante muchos años las obras del puerto de Spezia, publicado en *L'Ingegnere*, vol. VI, y extractado en la revista *Ingeniería y Construcción* de abril de 1933. En el caso presente nos parece que debiera aumentarse el espesor de la capa de arena, a costa de profundizar más el dragado.

El relleno de los terraplenes se efectúa con una potente draga de succión, propiedad de la Empresa constructora, que toma la arena en las playas de la margen izquierda de la ría, y, una vez transportada, la deposita en la obra por impulsión.

Las demás partes de la obra, empalizadas de hormigón armado, lengüetas, etc., no ofrecen, en su construcción, particularidades interesantes.

En cuanto a plazo, las obras de la superestructura de los muelles van con lentitud, a causa de la mala calidad del subsuelo, que precisa mucho tiempo para los asientos de la escollera. Aun así, y a pesar de la innegable competencia técnica de la Casa italiana y de los cuidados que toman en la construcción, no han podido evitar un desplome del muro hacia dentro, bastante visible, en un trozo del muelle de — 8,50 de calado¹.

Por eso, y aunque el perfil elegido para el muro por la Casa italiana es económico y racional, dentro del tipo de muros macizos —siempre que el terreno sea bastante firme y homogéneo—, en nuestra modesta opinión hubiese sido preferible sustituir este sistema por el de grandes cajones de hormigón armado, con amplia base, tipo Huelva o Rotterdam²,

o disimétricos, como los de Kobe, aunque ya no somos tan partidarios de este último tipo¹.

También, como consecuencia de esta mala calidad del fondo, que resultó peor de lo previsto, tienen necesidad de emplear en las fundaciones un volumen de escollera bastante mayor del que se había calculado².

Por lo demás, tanto en la cantera como en el taller de bloques y en la obra, se puede apreciar la alta técnica y la competencia de la firma italiana, juntamente con un utillaje moderno y adecuado para los trabajos que están ejecutando.

Para terminar, reiteramos nuestro agradecimiento al personal técnico de la Junta autónoma del puerto, así como al de la Empresa constructora, por las atenciones de que nos hicieron objeto, al tiempo que les desamos la feliz terminación de las obras.

Ingeniero de Caminos
César CONTI

Toyos, publicado en la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS de mayo de 1931.

Otros cajones que, a nuestro juicio, podrían adaptarse al caso son los del moderno e importante puerto de Surabaya, de la colonia holandesa de Java, descrito en la revista *The dock and Harbour authority* en agosto de 1930.

¹ La descripción de estos últimos cajones puede verse en la Memoria presentada por los ingenieros japoneses Sakamoto y Takanishi, en el Congreso de Navegación de El Cairo.

² El aumento previsto para atender las posibles penetraciones fué de un 10 por 100 sobre la cubicación, deducida de los transversales, según nos manifestó hace tres años, a raíz de la adjudicación, el director de la Casa constructora, Sr. Bastianelli, en ocasión de un viaje en el que tuvimos el honor de coincidir con él.

La Constructora Fierro, que también acudió al concurso, haciendo un papel muy lucido, calculó para esto el 20 por 100, según nos informó el Sr. Castro Cardús, competente ingeniero de Caminos de dicha Empresa. De otro concursante sabemos que calculó el 30 por 100. La Constructora Fierro propuso para el muro del muelle grandes cajones de hormigón armado, que fueron proyectados por nuestros compañeros Serra y Castro Cardús.

¹ Desgraciadamente, casos mucho peores que éste ya se han dado hace años en distintas ocasiones en varios muelles de Lisboa. Los accidentes más notables fueron el hundimiento del muro de la dársena de Alcántara en una longitud de 450 m. El muelle de la dársena de Santos, de — 8,50 m, se hundió durante la guerra en una longitud de 70 m (véase el libro de cimientos de D. Eugenio Ribera, que llega a unas conclusiones muy interesantes sobre este último accidente, con las que estamos por completo de acuerdo). También tratan ambos accidentes los señores Rouselet y Petitot, ingenieros de la Casa Hersent, de París, en su obra *Stabilité des infrastructures et ouvrages d'art en maçonneries*. Otro accidente importante ocurrió en el muelle de la Aduana, construido por la Casa Hersent, una de las que más han trabajado en puertos en el mundo entero, que construyó la mayoría de las obras existentes en Lisboa.

² La descripción de los cajones de Rotterdam puede verse en un interesante artículo del ingeniero de Caminos Sr. Marín

El ejemplo ofrecido¹

(Sobre el proyecto de cañerías)

Supongamos una arteria de distribución urbana de agua potable cuyo diámetro interior sea de 400 milímetros y cuya máxima presión hidráulica interior supuesta—incluso el máximo golpe de ariete que se calcula como posible—sea de 7 kg/cm², o, como es lo más usual decir, 7 atmósferas.

Voy a exponer las condiciones que yo creo más oportunas, y que me consta son suficientes para asegurar el buen resultado, o sea la estabilidad y buen servicio de esta cañería, suponiendo que sea ella de hormigón. Pero he de recordar primero lo que tengo reiteradamente observado, y alguna vez ya dicho, acerca del límite de elasticidad del hormigón en que

pienso como muy propio para el caso: el de portland corriente, pero dosificado y elaborado de tal modo que ofrezca la uniformidad mayor posible en la distribución de sus elementos dentro de la masa y carencia de huecos y de partículas de agua sobrante o de sustancias extrañas. Y perdone la repetición quien disfrute tan feliz retentiva que no la necesitara.

El hormigón a que me refiero es capaz, si sus componentes son de buena calidad, de resistir en pared de tubo, no muy gruesa relativamente al diámetro, cargas hidráulicas del orden de la indicada, y aun bastante mayores, sin que aquélla sea traspasada por el agua, y manifiesta no sufrir resentimiento o deformación íntima permanente por efecto del consiguiente esfuerzo de tensión mientras no se sobrepasa el 75 por 100, o quizá el 80 por 100, de la carga a la cual se produciría la rotura. Esta última propiedad es la que más importa tener ahora presente.

Por virtud de ella—concretémosla—se puede impunemente repetir o aplicar de modo permanente en una cañería construída con hormigón del que se tra-

¹ Nota de la Redacción. — Este artículo, continuación del publicado en nuestro número de 1.º de noviembre de 1933 con el título de «Sobre proyectos de cañerías», está en nuestro poder y aun compuesto para la impresión desde hace más de un mes, no habiéndolo insertado hasta ahora por razón de mayor apremio circundando de otros originales.

Lo hacemos constar para evitar cualquier juicio o suspicacia que injustamente pueda molestar al autor en su recientísimo destino al Servicio de Obras Hidráulicas.