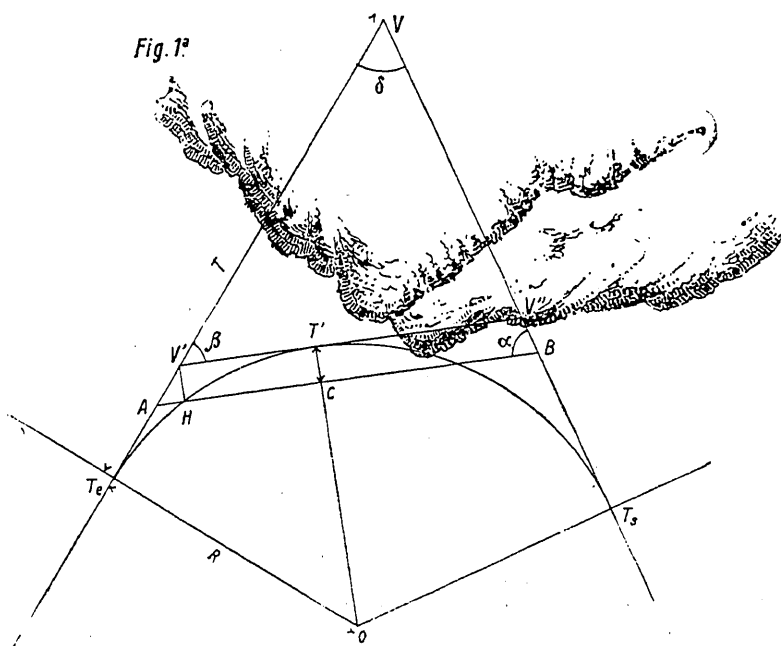


Por último, puede emplearse en las curvas difíciles, por ser inaccesible el vértice ó alguna de las tangentes el procedimiento siguiente (fig. 1.^a).



Se mide una transversal AB por donde mejor lo consiente el terreno y los ángulos α y β , de los que se deduce

$$\gamma = 180 - (\alpha + \beta).$$

Se resuelve el triángulo ABV;

$$AV = \frac{AB}{\sin \gamma} \sin \alpha \quad BV = \frac{AB}{\sin \gamma} \sin \beta.$$

En vez de dividir por $\sin \gamma$ se multiplica por la inversa, ó bien por la cosecante de γ . Se calcula la tangente VT_e y se obtiene por diferencia AT_e .

Hállese

$$V'T' = R \tan \frac{\beta}{2},$$

y tendremos

$$AV' = V'T' - AT_e \quad AC = V'T' + AH = V'T' + AV' \cos \beta \\ V'H = AV' \sin \beta.$$

Como las tablas III dan las ordenadas sobre la tangente para obtener las ordenadas medidas, las abscisas sobre la transversal a partir de C basta restar aquéllas de $V'H$.

El procedimiento aquí explicado parece laborioso; pero resulta muy práctico y rapidísimo y nosotros lo hemos empleado obteniendo resultados muy exactos, pues como la transversal se mide por el terreno que mejor permite su medición horizontal y las ordenadas suelen ser cortas, se precisan bien y fácilmente los puntos de las curvas.

Cuando la curva es de gran desarrollo y terreno malo, se hace un seguimiento poligonal y se resuelven los triángulos sucesivos que van resultando, refiriendo luego las ordenadas á los lados del polígono.

El seguimiento se hace por donde mejor lo permite el terreno. Nosotros hemos hechos polígonos de siete lados con resultados exactísimos y ganando mucho tiempo.

F. DURÁN Y WALKINSHAW.



EL PUERTO DE BARCELONA ⁽¹⁾

Reseña histórica y datos relativos á dos de sus obras más importantes.

Conferencias dadas en el Instituto de Ingenieros Civiles

POR

DON JOSÉ AYXELÁ

Ingeniero Subdirector de las obras.

INSTALACIÓN PARA CONSTRUIR LOS GRANDES CAJONES DEHORMIGÓN.—Ya os he indicado en líneas anteriores que el emplazamiento de este taller se fijó desde un principio en los ensayos para construir los primeros cajones, y continuó luego, aunque con bastante mayor amplitud, sobre los propios careneros del dique flotante y deponente, no sólo por su proximidad á las otras instalaciones de la contrata, por la carencia de espacio en las demás zonas del fondeadero y por la facilidad de aporte de los materiales componentes del hormigón, sino también, y en principal termino, por tener que utilizarse el mencionado dique para la rápida y económica botadura de los cajones-bloques; sin que esto quiera suponer que en otros puertos donde no se disponga de un aparato de esta especie no pueda emplearse este modelo de bloques monolíticos, pues ya os he dicho que es factible adoptar otros sistemas con poco coste.

Los andamiajes, moldes, y demás medios auxiliares que integraban la primitiva instalación, eran aceptables y estaban muy bien concebidos para un período de ensayos, pero no podían prestarse á la construcción activa y continua que exigen unos elementos tan importantes, de los cuales dependía la buena marcha de la ejecución del rompeolas, por el considerable tiempo que requería el montaje, la fabricación y los desmoldes y, sobre todo, porque no permitía construir más que un solo cajón, debiendo esperar á su levante y botadura para proceder á la fabricación de otro nuevo.

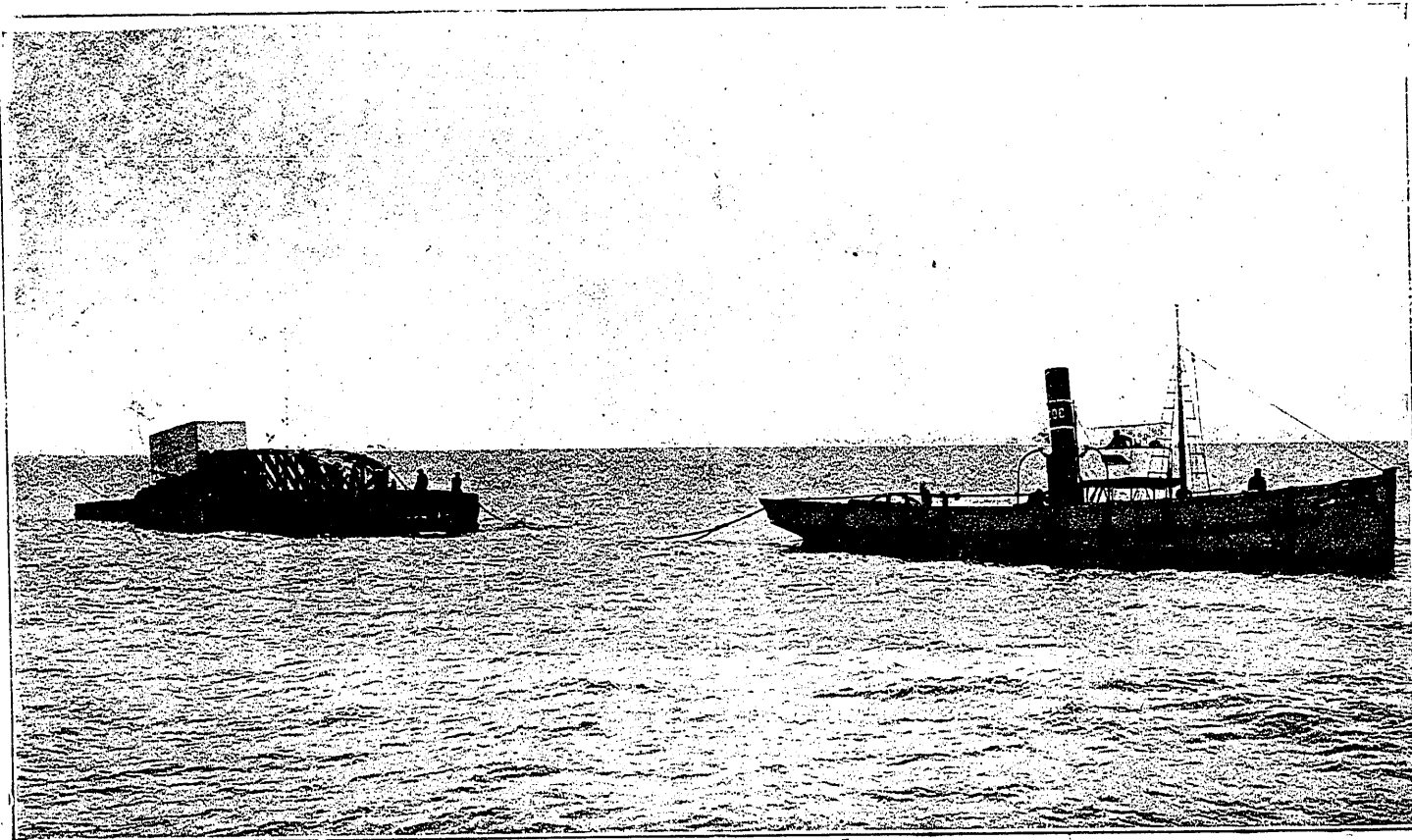
Por estas razones, y según también os he referido antes, el contratista modificó y amplió los diversos mecanismos, montando una completa instalación para poder fabricar dos cajones, uno casi después del otro. A tal efecto, se dispusieron sobre los dientes de los careneros las dos grandes plataformas de basamento; los moldes exteriores se formaban, lateralmente, con bastidores de madera corredizos en sentido longitudinal para poder servir á los dos bloques, y los del frente, merced á otro bastidor especial en cada uno de los testerós y á un castillete central, entre ambas plataformas, que podía avanzar hacia una ú otra, constituyendo, con su pared correspondiente, el cuarto bastidor. Sobre este castillete, en su parte más elevada, se colocó un puente-grúa eléctrico, cuyas vías se prolongaban en uno y otro sentido sobre los bastidores laterales de los moldes, y estaba destinado á la colocación y separación de las piezas de madera para los núcleos ó moldes internos y á la suspensión y basculado de las vagonetas de hormigón.

Emplazada la hormigonera á inmediación de estos andamiajes en la misma zona del muelle de cerramiento de la dársena, para que fuera fácil el aporte de los materiales y hubiera sitio para depósito de los mismos, se colocó á bastante altura para que la mayor parte del volumen de fábrica de los cajones se

(1) Véase el número anterior.

pudiera hacer vertiendo el hormigón sin necesidad de elevarlo, existiendo á tal efecto una serie muy dispuesta de vías longitudinales y transversales sobre pasaderas para transportar cómodamente el hormigón en vagonetas desde el sitio de fabricación al

del fondo en la primera mitad del basamento, sobre la cual y mientras tanto se proseguía la construcción del resto se comenzaba por la brigada de carpinteros el replanteo y colocación de los primeros tambores ó núcleos que formaban los moldes in-

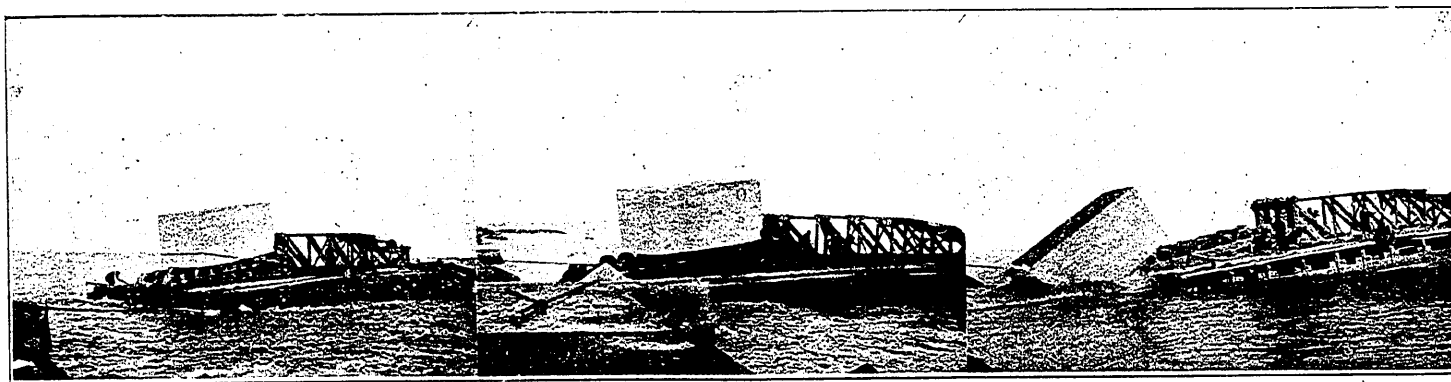


TRANSPORTE DE UN BLOQUE DE OCHENTA TONELADAS

de empleo, y para trasladar los moldes interiores en plataformas desde el lugar de su preparación al de su colocación y montaje, y merced además á unos ventanos practicados en los costados laterales de los bastidores moldes, en los que penetraban las citadas vías transversales.

De esta suerte, una vez dispuesta la plataforma de apoyo y colocados en su sitio los cuatro andamios que constituyen los paramentos, se construía el fondo del cajón de un metro de es-

ternos, que sólo eran de 40 centímetros de altura para la mayor facilidad de su replanteo, ya que de ello dependía la buena colocación de los demás. Una vez bien dispuesta la primera hilada de moldes, se rellenaban con hormigón los espacios comprendidos entre ellos y las paredes de los bastidores exteriores, dando lugar á la formación de las celdas y siguiendo hasta alcanzar toda la extensión de esta primera capa mientras aquella brigada colocaba la segunda fila de moldes ó núcleos, que tenía



VERTIMIENTO DE UN BLOQUE DE OCHENTA TONELADAS

pesor, vertiendo el hormigón transportado en las vagonetas que desde el lugar próximo de su fabricación circulaban fácilmente por las vías establecidas, sea directamente, sea haciéndolas suspender por medio del puente-grúa eléctrico y basculándolas en el lugar que se consideraba más conveniente; continuando así hasta alcanzar, por tongadas de 25 centímetros, el espesor total

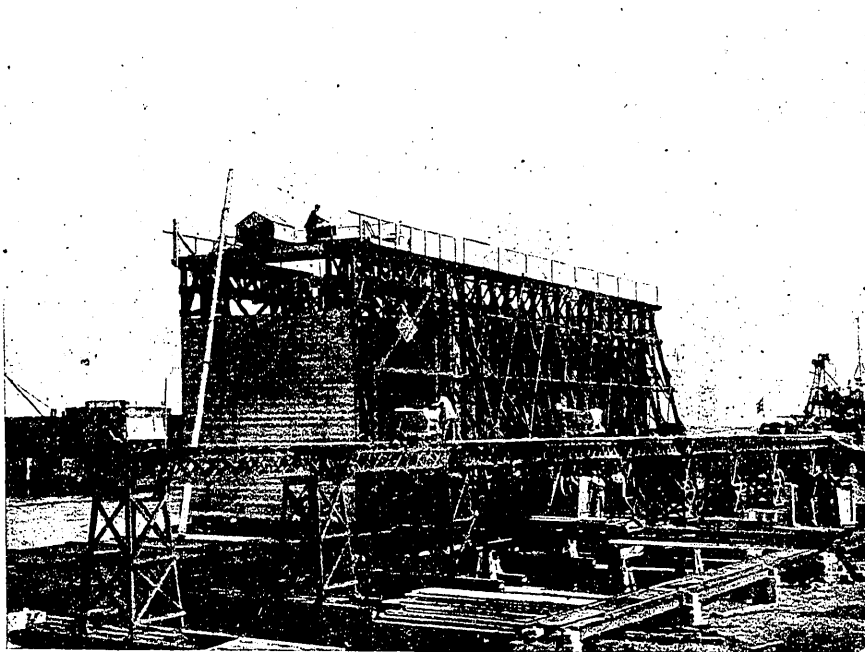
ya 1,12 metros de altura, utilizando las vías de acceso del puente-grúa.

Rellenados por completo los espacios de esta segunda fila, con lo cual se habían construido ya los dos tercios del volumen total de hormigón que integraba el cajón, se desmontaban las vías transversales y se cerraban las ventanas de entra-

da al mismo, teniendo desde este momento por único acceso la vía transversal del castillete central, de donde eran tomadas por el puente las cajas de las vagonetas que se elevaban, transportaban y basculaban en el lugar conveniente; continuando

para poder resistir, en caso de necesidad los choques, con los cuerpos flotantes.

En el curso de la ejecución de estos grandes cajones se procuraba que todas las tongadas de hormigón se soldasen bien

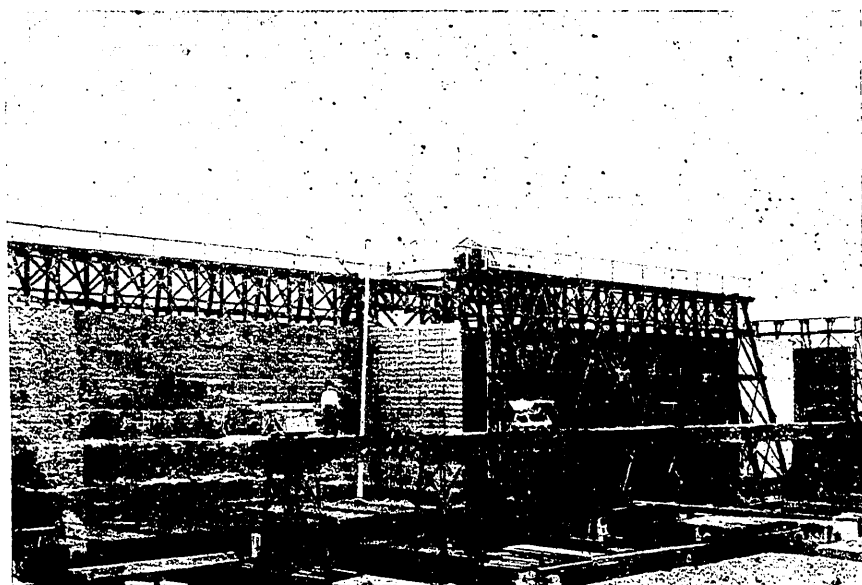


VISTA GENERAL DEL TALLER DESPUÉS DE TERMINADA LA CONSTRUCCIÓN DE UN CAJÓN

así la construcción, capa por capa, en las diferentes hiladas de moldes, hasta su altura total de 7,80 metros; sin otras precauciones que la de disponer las cajas para los huecos destinados al emplazamiento de las válvulas, en número de tres, en su lugar correspondiente, y la de colocar en todo el contorno y convenientemente empalmadas, á partir de la altura de 5 me-

unas á otras, á cuyo efecto, si había transcurrido demasiado tiempo, se vertía un poco de mortero graso y claro en forma de lechada.

En la construcción de un cajón de las dimensiones últimamente asignadas, de 25,20 metros de longitud por 6 de anchura y 7,80 de alto, se invertían unos seis días, si no había inte-



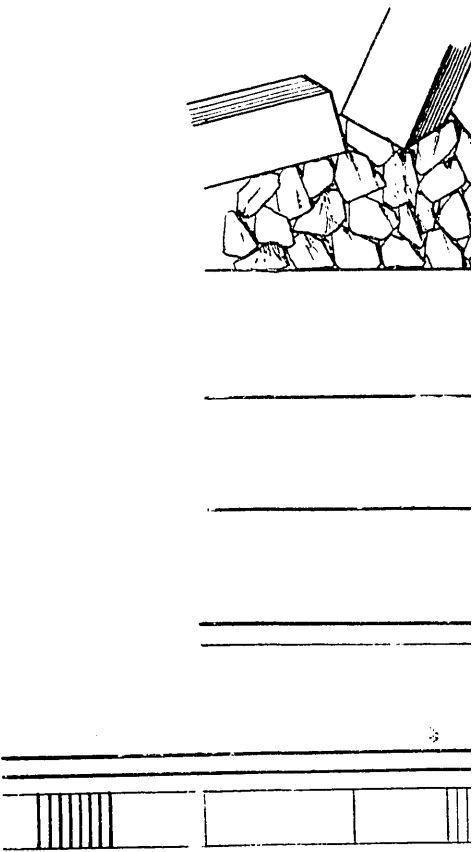
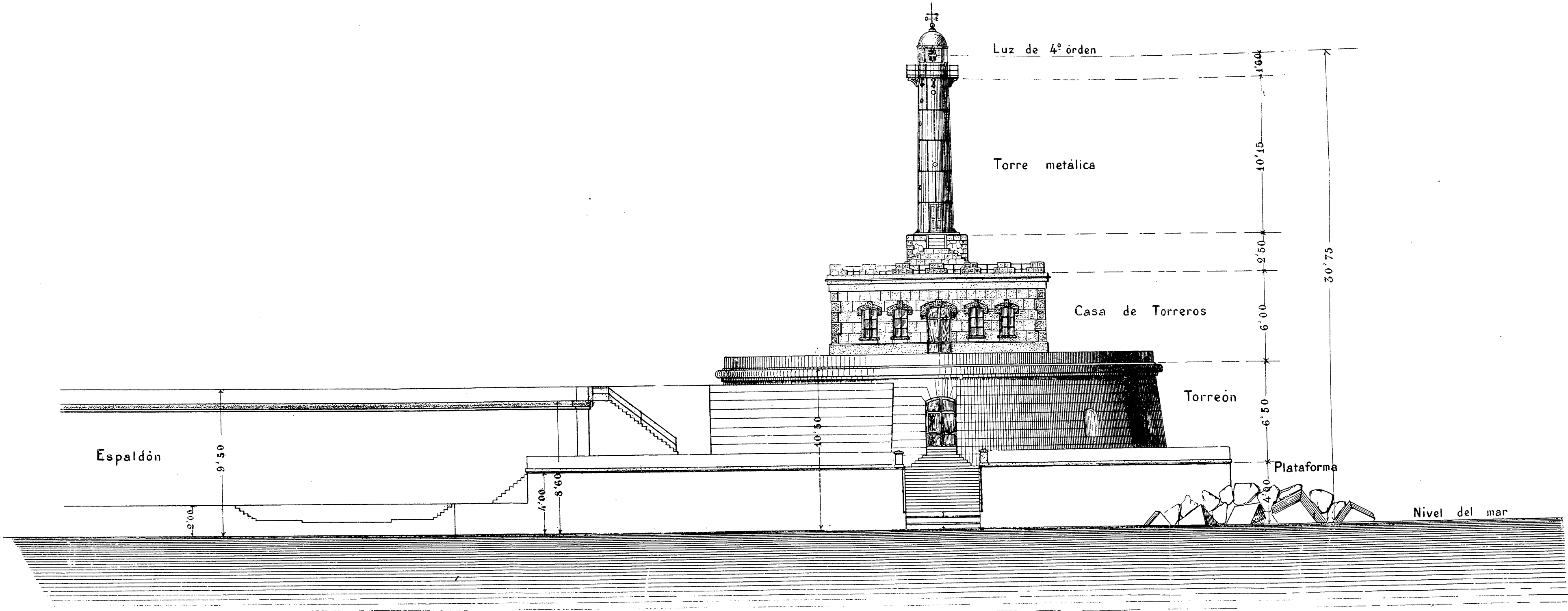
DESMOLDE DE UN CAJÓN-BLOQUE.—CORRIMIENTO DE LOS ANDAMIOS LATERALES

tros hasta la coronación, siete varillas metálicas intercaladas según el espesor de la fábrica, de 16 milímetros de diámetro las seis primeras y de 18 milímetros la última situada á unos 20 centímetros del borde, al objeto de establecer en esta zona superior, de espesor tan débil, un anclaje para el remolque y

rupeición alguna, siendo de 326 metros cúbicos el volumen de hormigón empleado en ellos.

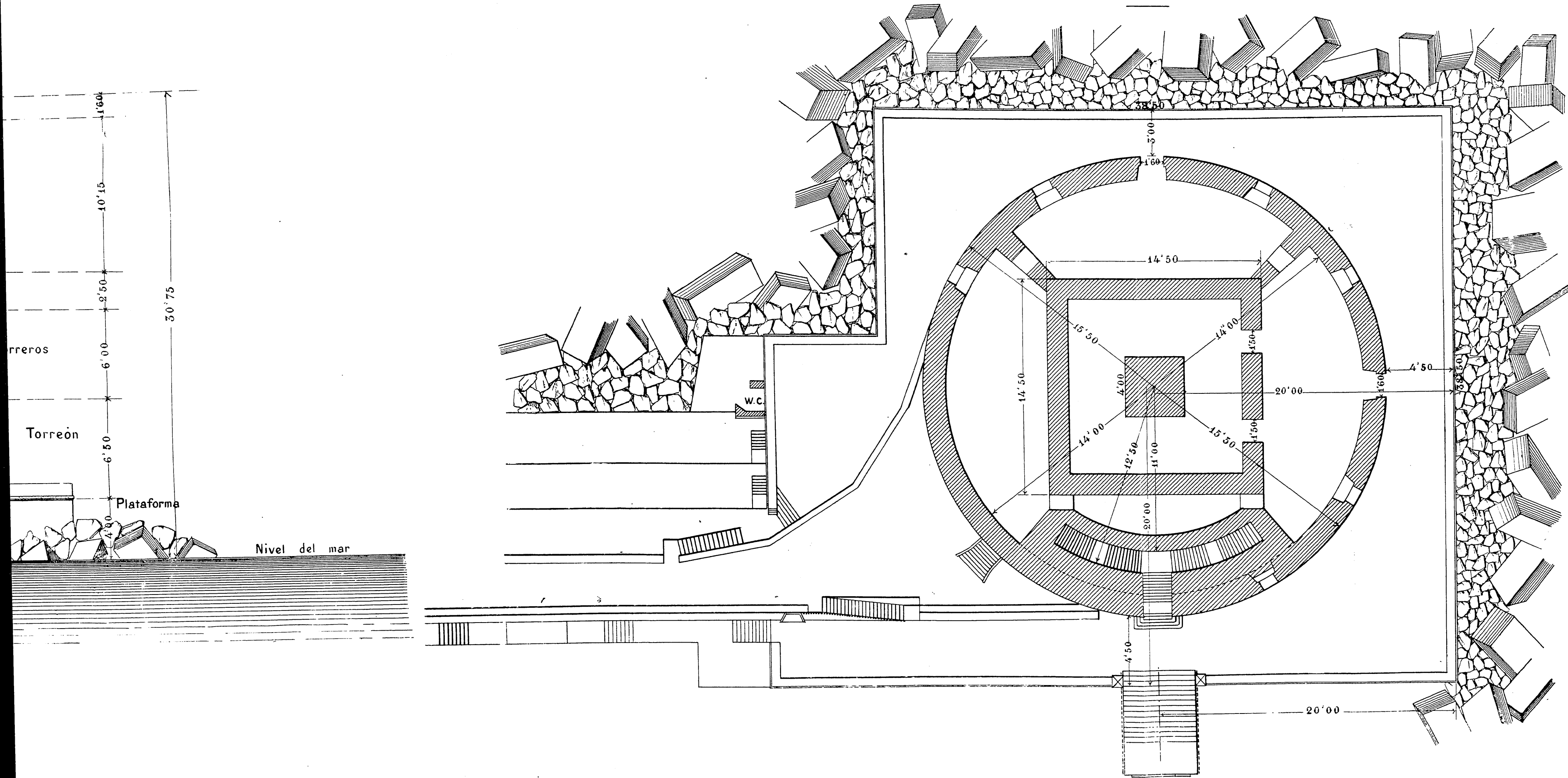
A los cuatro ó cinco días de terminada la construcción de un cajón, se comenzaba el desmolde interior utilizando el puente-grúa, dejando las distintas piezas que formaban los rú

Alzado



MORRO DEL ROMPEOLAS

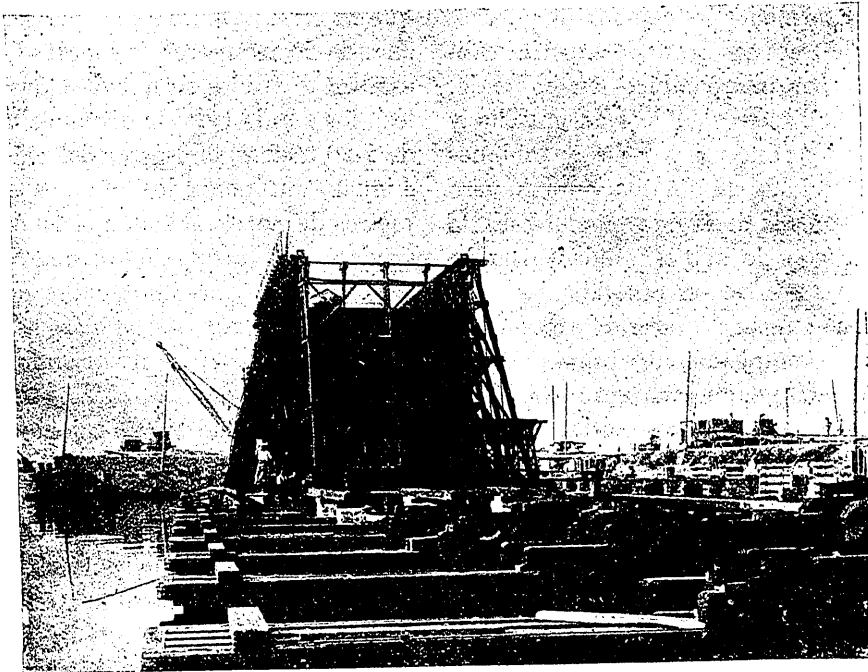
Planta



cleos, bien clasificados y en sitio adecuado á lo largo del andén bajo de los careneros; en esta operación se empleaban dos días próximamente, y enseguida se procedía al desmolde de las paredes, para lo cual se hacía pasar el puente-grúa al castillete

dos meses, ó sea, dieciocho por año, pudiendo aumentarse este número si se reducía un poco el plazo de secadero.

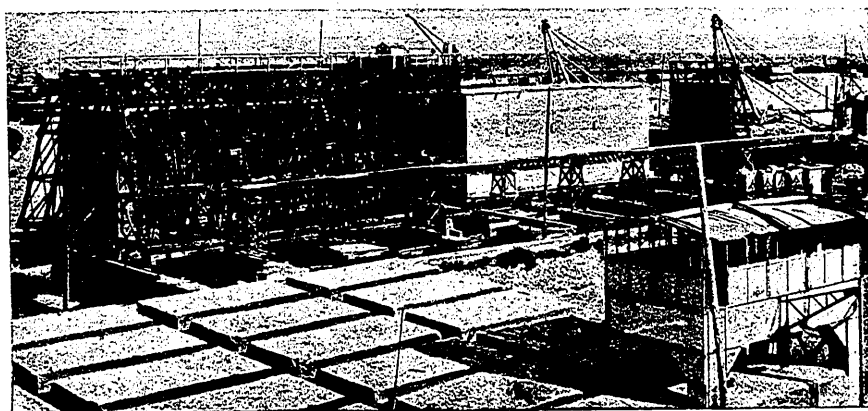
En estos trabajos de corrimiento de los bastidores se empleaba un día poco más ó menos.



VISTA GENERAL DE LA INSTALACIÓN PARA CONSTRUIR LOS GRANDES CAJONES-BLOQUES DE HORMIGÓN

central y se desconectaban los enlaces que ligaban á éste con los bastidores laterales y la pasadera de servicio, separándolo fácilmente del cajón moldeado; se movía poco después á un lado dicho castillete á fin de correr uno de los bastidores laterales que había de ocupar el lugar correspondiente en el otro cajón, fijándolo á la plataforma; se volvía á mover el castillete en sentido contrario para correr el otro bastidor, y colocando,

Construido el cajón se le dejaba en secadero el tiempo necesario, unos veinticinco ó treinta días, según la estación, para que adquiriese la debida resistencia á todos los esfuerzos que había de soportar en las distintas maniobras á que estaban sometidos antes de su relleno en el rompeolas; mientras tanto se le practicaba un enlucido y se colocaban las válvulas, pudiendo luego verificar sin inconveniente su levante é inmersión por



VISTA GENERAL DE LA INSTALACIÓN PARA CONSTRUIR LOS GRANDES CAJONES-BLOQUES DE HORMIGÓN

finalmente, aquél en su sitio, así como el bastidor del testero opuesto, se tenían preparadas las cuatro paredes exteriores para fabricar el otro cajón. Terminado éste, se repetían las mismas operaciones y así podía continuarse la fabricación con una actividad tal que era posible construir muy bien tres cajones cada

medio de una sección del dique flotante y deponente, del mismo modo que si se tratara de una embarcación cualquiera, con la única precaución de fijar bien la plataforma sobre que se apoyaba á las pontonas del dique, á fin de evitar que aquélla se desprendiese una vez que el cajón estaba á flote, y

pudiera así volverse á colocar en su sitio sobre los careneros.

El calado que aproximadamente alcanzaban los cajones era de 5,20 metros; esta cota resultaba en la práctica un poco diferente en cada uno de los ángulos, por ser imposible ejecutar las paredes con idénticos espesores.

El hormigón de que están formados los cajones-bloques se hacía con cemento portland de fraguado lento de superior calidad, siendo las proporciones, por metro cúbico, en el fondo: 300 kilogramos de cemento, 0,80 metros cúbicos de gravilla y 0,450 metros cúbicos de arena; y para las paredes y tabiques intermedios, las mismas proporciones de gravilla y arena, pero aumentando hasta 400 kilogramos la dosis de cemento para la misma unidad. En la construcción de ambas unidades ha de entrar el agua necesaria, que suele ser en peso la mitad del volumen del cemento, para que tengan un poco de exceso.

No resultando las paredes completamente impermeables para las presiones á que se hallaban expuestas, era preciso enlucirlas con mortero de cemento y arena fina en todas aquellas zonas que á simple vista lo requerían después del desmolde, siendo las proporciones del mortero partes iguales de ambos materiales ó un poco más de arena; también dió excelentes resultados, para lograr la necesaria impermeabilidad, un encalado con tres capas rellenando previamente con cemento los pequeños huecos que quedaban. De este modo, se conseguía, si no evitar por completo las filtraciones, que fuese muy poca el agua que entrase en el cajón durante las operaciones de inmersión y transporte hasta su colocación, en las que se invertían unas tres horas.

El tiempo total que se empleaba en la fabricación completa de uno de estos grandes cajones, incluso el enlucido, era de diez días próximamente.

Ahora bien: como quiera que para la colocación de estos elementos en obra era forzoso esperar que el estado del mar fuese muy bueno, y esta circunstancia no tenía lugar más que en contados días del año, y sobre todo en verano, se preparó dentro del antepuerto, é inmediato al sitio de fabricación, un *placer* ó lugar de extensión y profundidad convenientes para

que sirviera de depósito hasta á ocho cajones, que una vez contruidos no podían emplazarse en sus puntos del rompeolas.

Antes de terminar estas notas sobre la fabricación de los grandes cajones, creo oportuno recordar, para juzgar de la importancia de los mismos, que las dimensiones de los últimos, que en gran número se construyeron, eran, como ya hemos dicho, de 25,20 metros de longitud, 6 de ancho y 7,80 de altura; estaban divididos en nueve celdas intermedias y cuatro laterales, dos á cada lado; la distancia entre ejes de las mismas era de 2,20 metros; el espesor del cajón en el fondo era uniforme é igual á un metro; los tabiques transversales tenían 20 centímetros de grueso abajo en el fondo y 10 en la cara superior, situada á 1,80 metros de la coronación excepto en las zonas inmediatas á las paredes laterales del cajón que llegaban hasta arriba; dichas paredes laterales tenían 30 centímetros de espesor abajo y sólo 10 arriba, siendo los testeros de las celdas superficies conoides.

El volumen de dichos cajones resultaba ser de 326 metros cúbicos, de los cuales correspondían 151,20 al fondo y 174,80 á las paredes; teniendo en cuenta las proporciones de los materiales por metro cúbico antes consignadas, en cada cajón se consumían 277 metros cúbicos de gravilla, 147 de arena y 2.306 sacos equivalentes á 115,3 toneladas de cemento portland superior, más los que debían emplearse en el enlucido para lograr la impermeabilidad que oscilaban entre 60 y 90 sacos según estuviesen las paredes de los cajones, y, por último, para las siete varillas metálicas del cerco superior se empleaban 750 kilogramos de hierro laminado; como puede apreciarse, son todas ellas cifras muy elevadas.

Hay que advertir, que la arena, para que fuera de la mejor calidad, había de sacarse de la playa; la gravilla también tenía esta procedencia, pero cuando no la había en cantidad suficiente, tubo que traerse en barcazas desde Garraf, donde se recogía con gran cuidado en el playazo que se formó al pie de la cantera Sur con sus detritus.

(Continuará.)

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Pala de vapor para la ejecución rápida de los desmontes.

La explotación de las canteras y la ejecución de los desmontes en las grandes Empresas de las obras públicas necesitan un material mecánico muy potente, tanto para reducir la mano de obra, como para aumentar la velocidad del trabajo. Así es que se ha recurrido, desde hace ya bastante tiempo, á excavadoras mecánicas. Los primeros aparatos de este género se establecieron según el modelo de las dragas de arcaduces, es decir, que tienen un brazo á lo largo del cual se mueve una cadena que lleva una serie de arcaduces cuya arista cortante rompe la roca que se trata de excavar. Aparatos de este género son los empleados en la excavación del canal de Suez. Este sistema se ha empleado siempre, sobre todo en Europa, y es el que ha gozado mayor favor. Ha recibido, por otra parte, numerosos perfeccionamientos, principalmente, cuando se les aplicó la electricidad.

Otra categoría de aparatos está constituida por las excavadoras de pala, ó palas de vapor, que se componen de un solo arca-

duz de gran capacidad, fijado al extremo de un brazo móvil, y que ataca la roca como lo haría la pala manejada por un obrero. Esta clase de máquinas es la más generalmente utilizada por los americanos, que han hecho de ella un uso muy amplio en las obras del canal de Panamá. También había sido ya empleada en las mismas obras por la primera Compañía francesa, desde 1886. En estos últimos años, las excavadoras de este tipo se han utilizado también en Europa, y en Francia hay algunas que están en servicio en la actualidad.

Estas máquinas pueden emplearse en obras muy diversas y se adaptan á terrenos de consistencia muy variable. Así es como la Aberthaw and Bristol Channel Portland C.^o emplea una de estas palas para la explotación en Aberthaw (Inglaterra) de una cantera cuya roca, bastante dura, se emplea en la fabricación del cemento portland.

Parece que estas máquinas, que permiten excavar rápidamente á algunos metros de profundidad, podrían emplearse en ciertos casos por los Ejércitos para el establecimiento de trincheras, claro es, que en segunda línea, porque no se iban á emplear tales aparatos bajo el fuego del enemigo.