

# REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

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.

## Muelles de fábrica sobre terrenos de escasa resistencia.

(CONCLUSIÓN)

“Como el tráfico de mercancías en tránsito figuraba en primera línea en las dársenas construídas en Rotterdam en estos últimos años, tratóse de establecer grandes superficies

especialmente para la descarga de buques sobre las orillas y sobre los vagones del ferrocarril. Aquí se debían construir los muros de muelles en el más breve plazo, pues, en verdad, estos puertos sin muelles no eran utilizables.

“Esta parte de la orilla derecha se compone en su totalidad de terreno arenoso. Era necesario el dragado á grandes profundidades, y después establecer un equilibrio entre el terraplén y la excavación antes de ejecutar la obra.

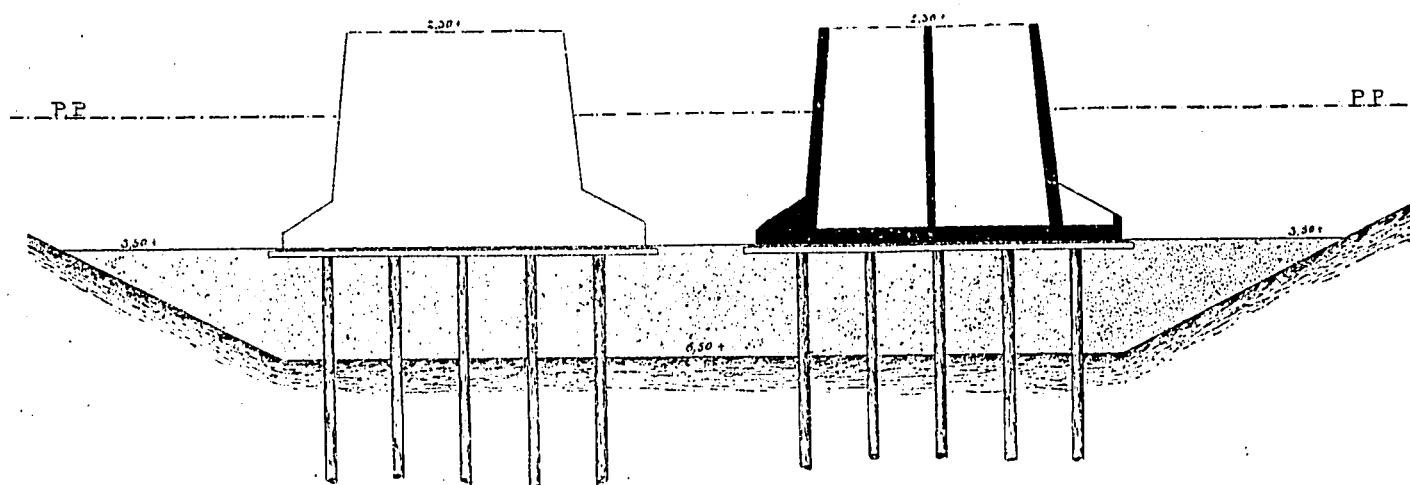


Fig. 30.

de agua, para que los vapores pudieran descargar en barcos fluviales. Las orillas de estos puertos se destinarían probablemente algún día para muros de muelles; por de pronto no

“Continuando el trabajo en la forma que tan buenos resultados dió en ocasión de la reparación del muro de muelle de Spoorweghaven, se decidió hacer un ensayo con cajones



Fig. 31.

habría más que consolidarlas, pues los verdaderos muelles se ejecutarían cuando fueran necesarios.

“El muelle sobre la orilla derecha se había proyectado

de cemento armado, que descansarían directamente sobre la arena y que, sin necesidad de recurrir á pilotes, servirían como infraestructura de los muros.

"El lado inferior de estos cajones se proyectó á 9,5 metros á bajamar, de manera que para una profundidad de 8,5 metros, el pie del cajón se empotraría un metro en la arena. Como los cajones debían sobresalir de la bajamar 0,50 metros, la altura total resulta de 10 metros.

ques flotantes del muro de muelle, se procedió á la construcción de dos cajones de 25 y 20 metros respectivamente, presentándose aquí una dificultad, y era que los cajones, una vez terminados, no resultaban estables y hubo que cargarlos con lastre en el dock flotante, siendo preciso además,

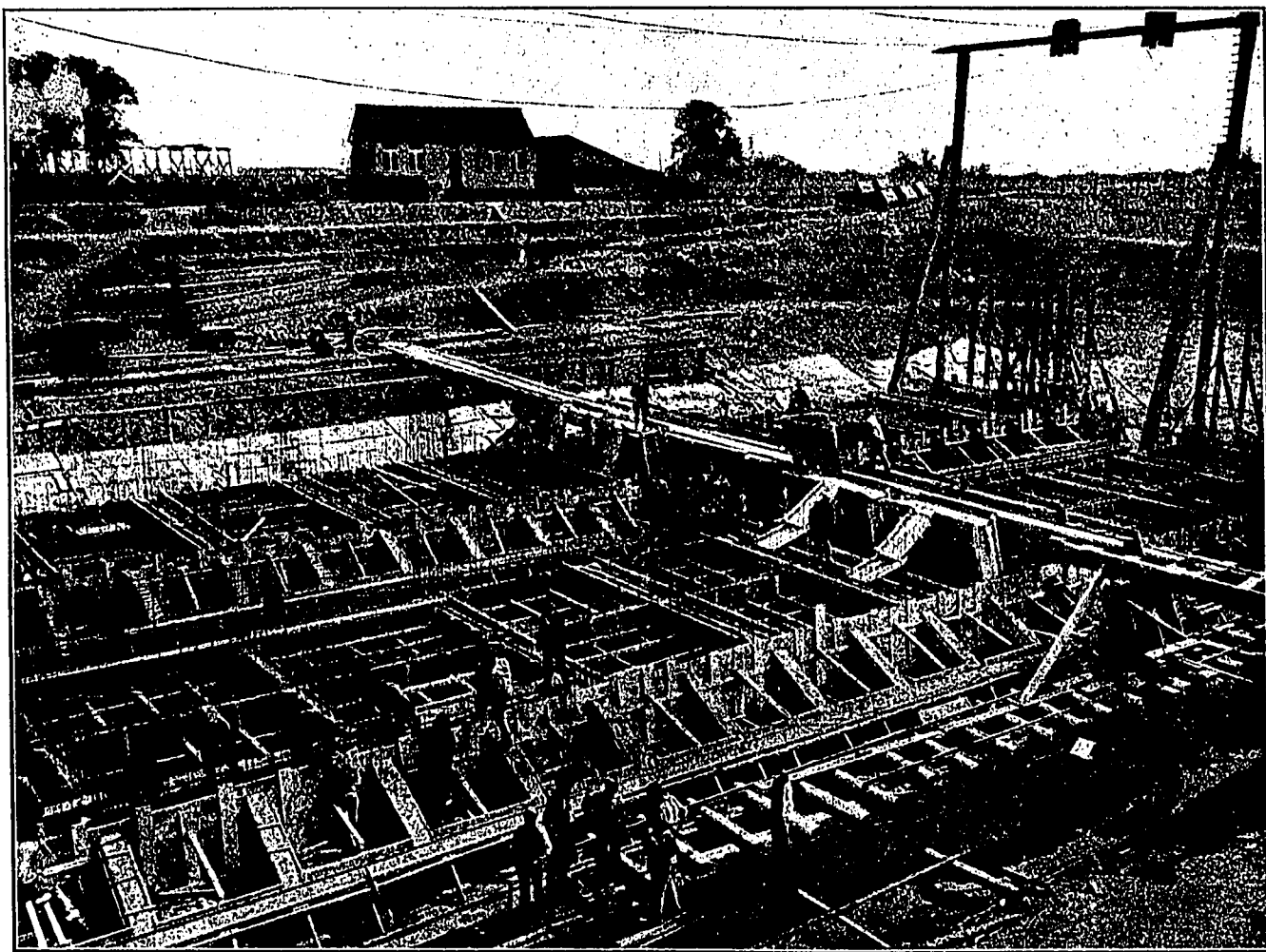


Fig. 32.

"Por lo pronto, se construyeron dos de estos cajones en los docks flotantes del Municipio. Como el más pequeño de estos aparatos, que tiene una longitud de 48 metros, era el único de que podía disponerse para este objeto y había dificultad para dar al principio demasiada longitud á los blo-

por tener demasiado calado, poner flotadores á los lados de los cajones para aumentar la potencia flotante, con objeto de que pudieran abandonar convenientemente la instalación.

"Una vez contruidos de este modo y colocados en su sitio dos cajones de cemento armado, se pensó no construirlos en su altura total, sino continuar su construcción en el dock hasta que éste pudiera convenientemente flotar, terminándose la obra á flote.

"Se hizo la experiencia con completo éxito, resultando la ventaja de que no se necesitaba llevar los materiales en el dock á tan gran altura, sino que podía transportarse en barcos á lo largo de los cajones flotantes. Después que avanzaba la construcción se cargaban con lastre, de modo que permanecieran siempre á la misma altura por encima del agua.

"También se introdujeron algunas modificaciones en la forma de estos cajones.

"El perfil adoptado en la actualidad para los muros de muelle se representa en la figura 33. El cajón de cemento armado tiene una base de 9,60 metros. En los lados inferiores se hallan dos zarpas en forma de nariz, de manera que la base verdadera del cajón no tiene más que 7 metros de anchura.

"El cajón tiene una longitud de 40 metros y está dividi-

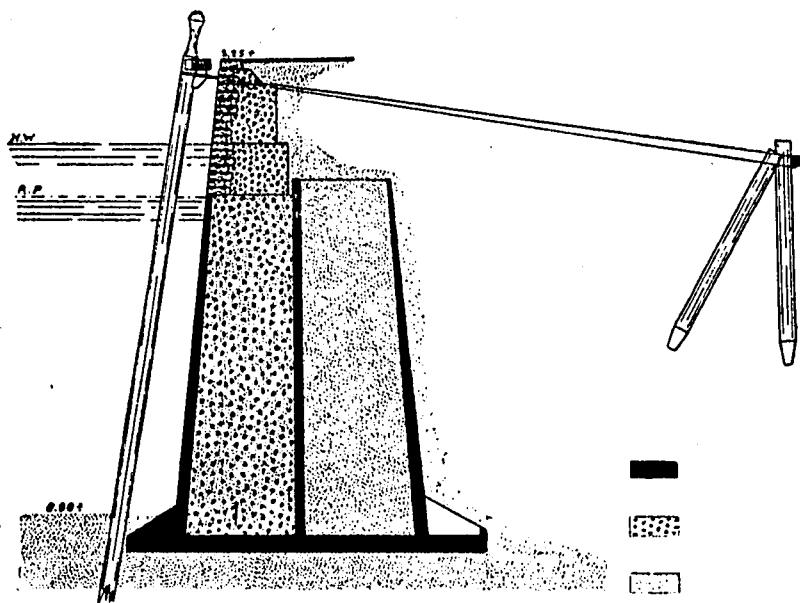


Fig. 33.

do longitudinalmente en 10 compartimientos y transversalmente en dos, de manera que existen 20 en cada cajón (figura 35).

"En el sitio que actualmente se está construyendo un puerto se ha abierto un cuenco con profundidad de 3,50 me-

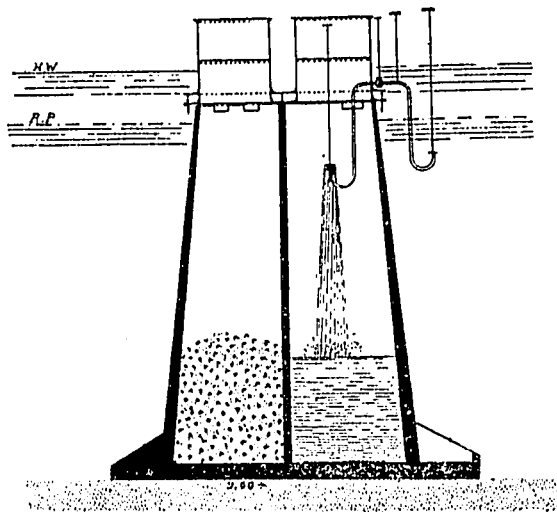


Fig. 34.

tros bajo la bajamar. Como había probabilidades de que el subsuelo daría lugar a una presión, se ha dragado en el sitio en que habrá de abrirse el cuenco, a tres metros más de profundidad, y se ha cubierto el todo con arena.

"Después se han hecho plataformas que descansan sobre pilotes, sobre los que se podrán construir cuatro cajones de cemento armado, con una longitud de 40 metros cada uno (figuras 30 y 32).

"Terminado el cajón, se lleva en seguida a su destino. La lengüeta que se ajusta en el rebajo de un cajón ya colocado facilita enormemente la yuxtaposición. Antes de esto se draga cuidadosamente y a medida el fondo sobre el que deba descansar la pieza.

"Una vez colocados en su sitio los cajones, hay que proceder al relleno, siendo lo más sencillo y más barato hacerlo con arena, a pesar de que nosotros hemos tenido que llenar los compartimientos anteriores con hormigón, porque si se pusiera arena y ocurriera un abordaje, produciéndose roturas ó aberturas, entonces la arena se escaparía del cajón de cemento y, como consecuencia inevitable, sobrevendría un desplazamiento del muro.

"Decidido de una vez el relleno del compartimiento anterior con hormigón, se prefirió hacerlo en seco, y como de esto resultaba que las paredes exteriores de los cajones de cemento armado debían soportar una presión de agua de unos 11 metros, se decidió fortalecer alternativamente los tabiques transversales, de tal modo que puedan soportar esta presión. En un cajón de 40 metros de longitud hay, pues, 5 tabiques reforzados.

"El cajón, después de colocado, llega en su borde superior a 0,50 metros por encima de las bajamares vivas; la marea alta ordinaria sube hasta 1,20 metros por cima de este nivel, de modo que el cajón queda completamente por bajo del nivel del agua en todas las mareas. Debe, pues, hacerse un recrecimiento que pase por encima de pleamares vivas.

"Para esto se ha construido una gran tapadera de hierro que cubre cuatro compartimientos anejos. En la parte superior del cajón hay una tira de caucho colocada inmediata-

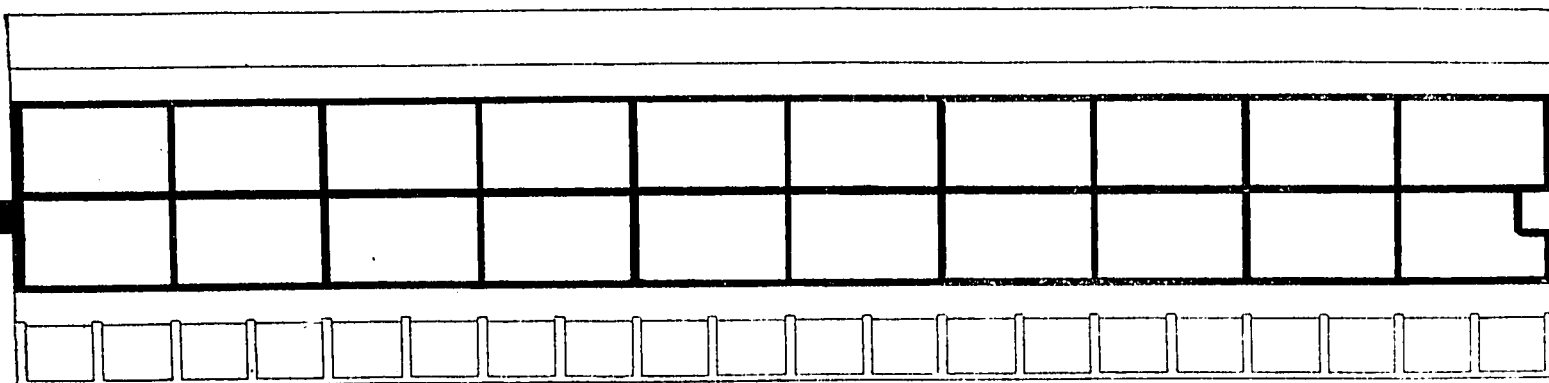


Fig. 35.

"El cuenco queda separado del agua exterior por medio de una especie de esclusa de madera, que se cerrará con un tabique movable.

"Los cajones de cemento armado se construyen hasta alcanzar una altura de 5,8 metros, respondiendo a una calada de 3,70 metros.

"Como el fondo sobre el que descansan se encuentra, como he dicho anteriormente, a 3,50 metros por bajo de la bajamar, pueden ya transportarse cuando hay un poco de marea.

"La construcción de los cajones se termina en flotación hasta que lleguen a 10 metros. Deben al mismo tiempo cargarse de lastre con objeto de que no puedan zozobrar, teniendo después de terminados un calado de 7,5 metros. La superestructura debe hacerse en un sitio donde haya mucha agua (fig. 31).

mente encima de las paredes del mismo, cuya cinta, por el propio peso de la cubierta de hierro, queda comprimida de tal modo que la junta resulta completamente impermeable. Después de colocada la cubierta, los cuatro compartimientos anejos quedan aún en la pleamar siempre accesibles. Los referidos compartimientos se vacian sucesivamente con bombas. Debe evitarse, dada la fuerza restringida de los tabiques intermedios, que haya una diferencia muy grande en el nivel del agua.

"El volumen inferior de agua, no pudiendo ser aspirado con una bomba ordinaria porque la altura de succión es demasiado grande, hay necesidad de bajar al cajón un pulsómetro, suspendido de una grúa.

"Una vez vacíos los compartimientos se empieza a llenar de hormigón simultáneamente los dos exteriores contiguos, y con objeto de que la presión sobre el tabique intermedio

no sea demasiado fuerte, se deja entrar el agua por medio de un sifón en los compartimientos posteriores, al mismo tiempo que se efectúa el relleno (fig. 34).

"Algunas ilustraciones, planos y anejos de esta Memoria, sacados de fotografías hechas por M. Weuter Cool, Ingeniero, dan idea de cómo se llevaron á cabo los primeros ensa-

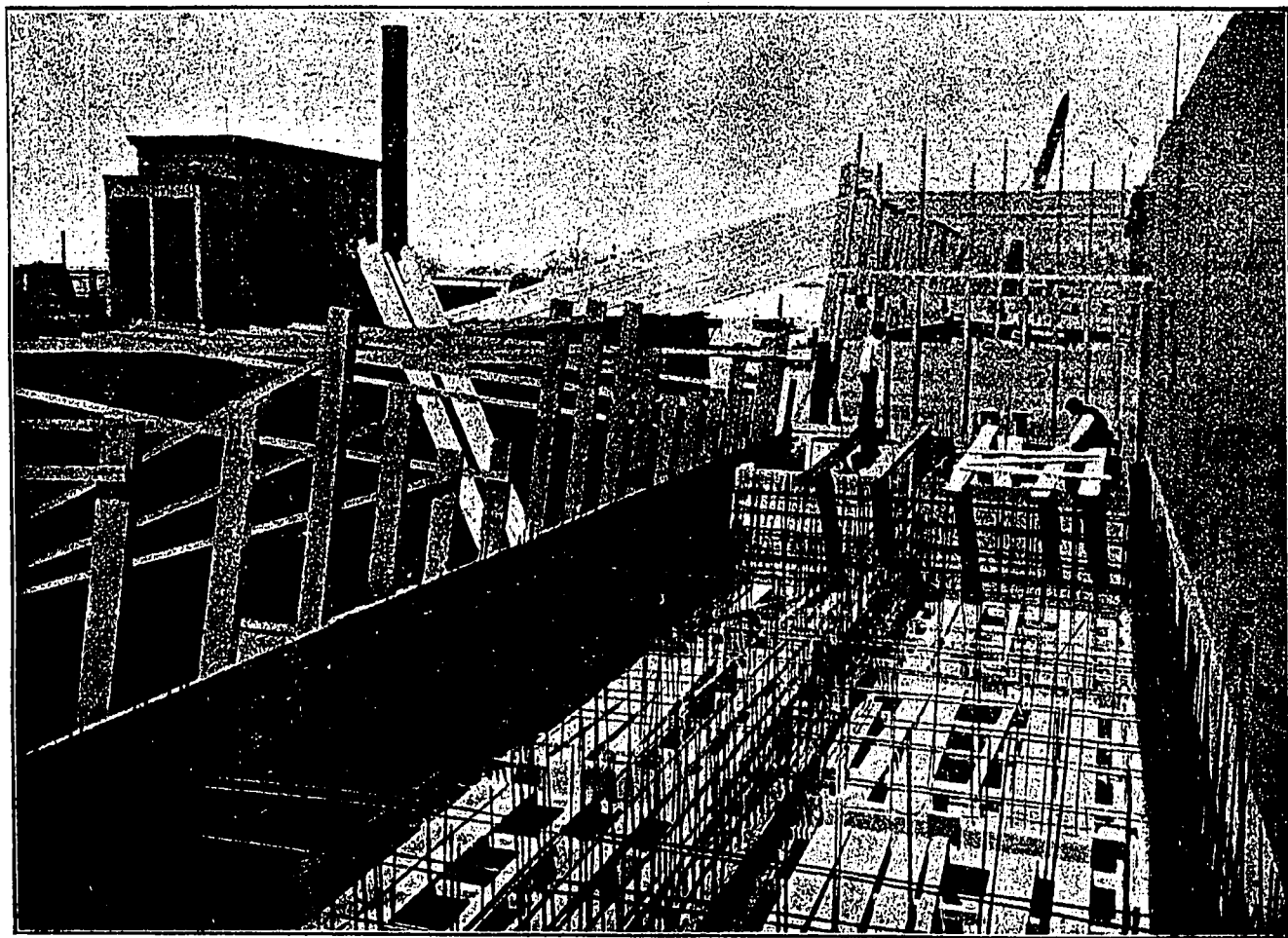


Fig. 36.

"Llenos los compartimientos anteriores, se echa arena por medio de un elevador en los posteriores.

"Una vez llenos los cajones hasta el nivel ordinario de bajamar, se destruye la parte superior que pase de este nivel

yos; en la figura 32 se presenta una imagen de la construcción de los cuatro cajones en el cuenco.

"Según dichas ilustraciones, parece evidente que no existen grandes diferencias entre el sistema actualmente

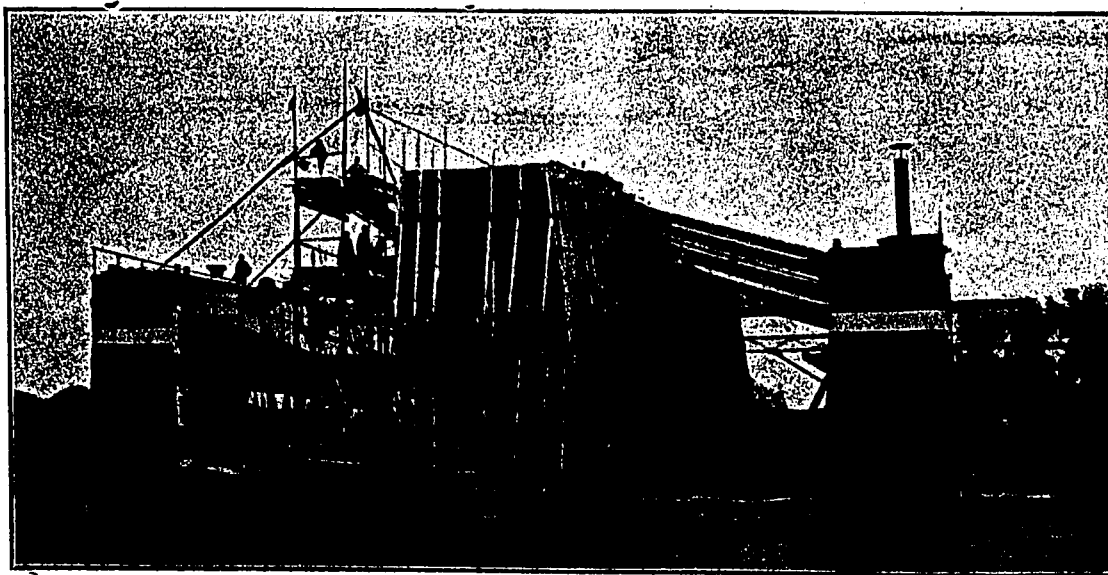


Fig. 37.

y se hace desaparecer cualquier irregularidad que pudiera notarse. La construcción del muro del muelle se sigue en la misma forma que se ha esbozado para los muros sobre pilotes

adoptado y el que se siguió primitivamente como ensayo.

"Los trabajos para la construcción de los cajones de cemento armado se emprendieron con actividad, pasado el invierno.

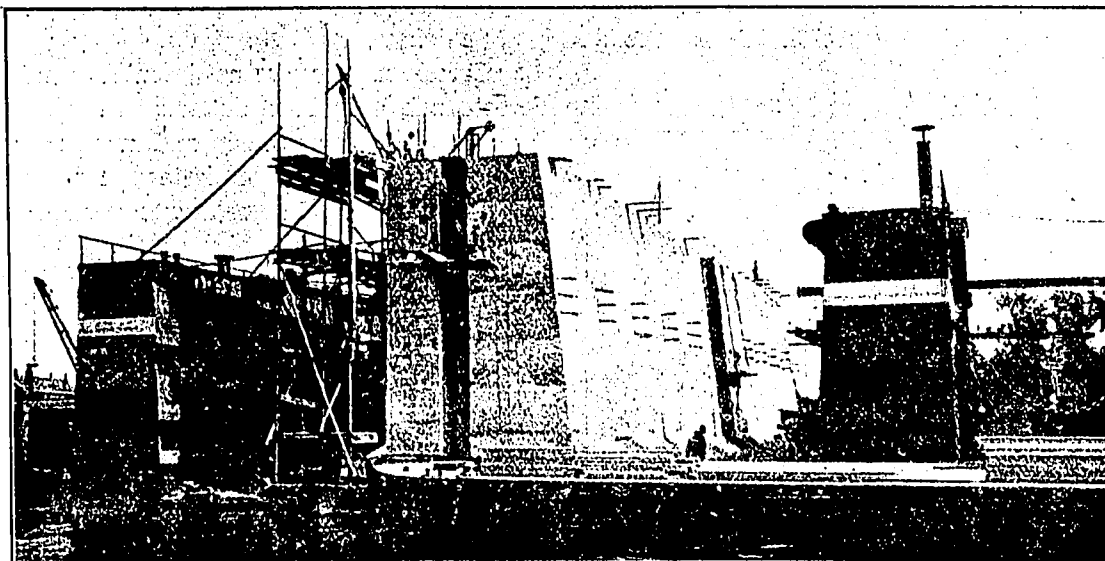


Fig. 38.

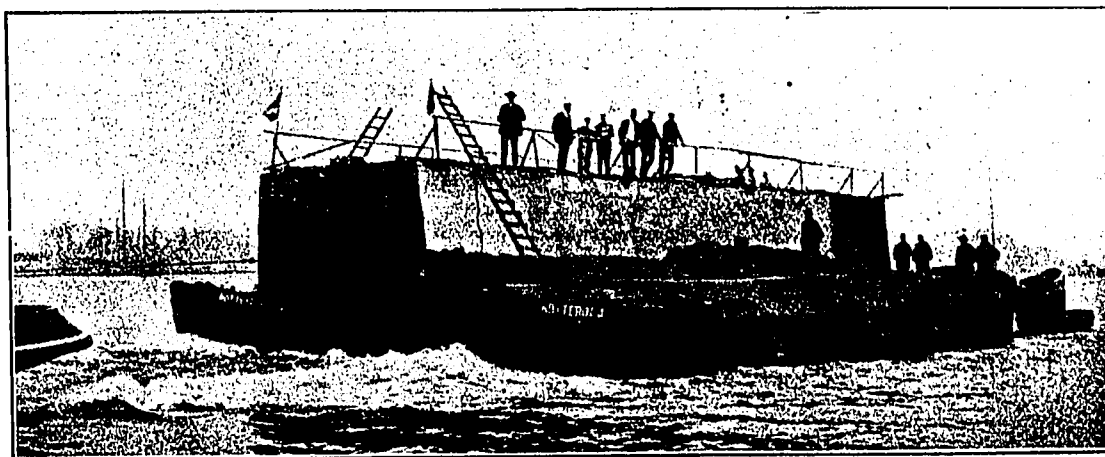


Fig. 39.

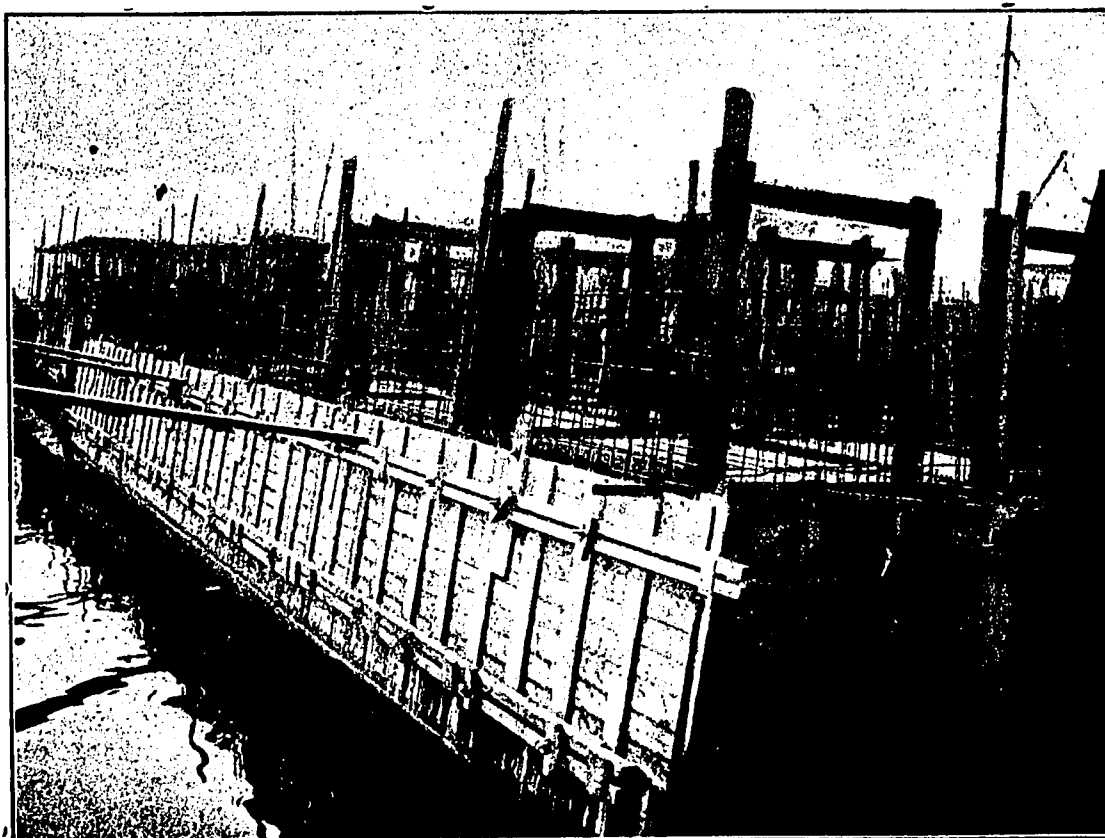


Fig. 41.

"Con el sistema actual es posible, si las obras se dirigen con acierto, tener á la vez en construcción 320 metros de muro de muelle.

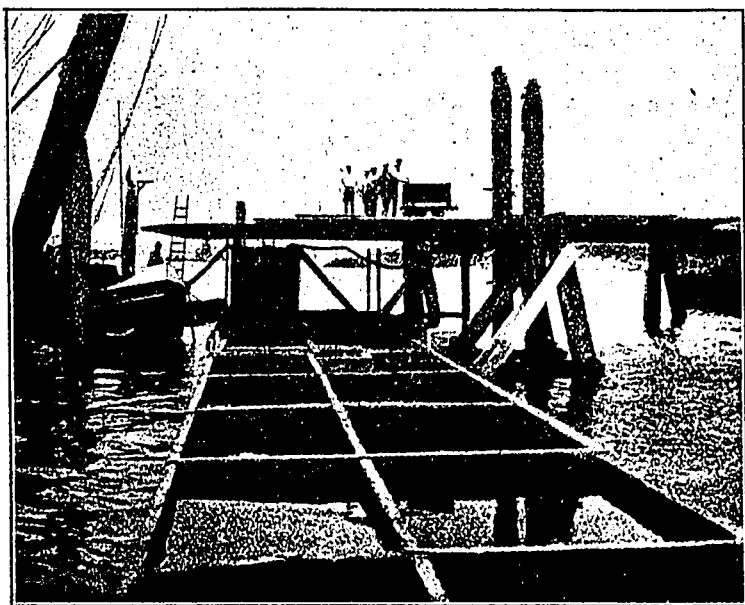


Fig. 40.

"Mientras que se construyen cuatro piezas en el pozo, de 40 metros de longitud cada una, pueden hacerse en flotación otras cuatro también, siendo posible, por lo tanto, concluir antes de la segunda mitad del próximo año toda la longitud

de muelle de 1.600 metros, que debe ejecutarse entre el Park y el Schiehaven.

"Creo lo más seguro no dar mi dictamen sobre los gastos de este nuevo método de construcción de muro. Espero, sin embargo, que su precio será más bajo que el de los muelles sobre fundaciones de pilotes; pero, no obstante, en vista del estado en que actualmente se encuentra este asunto, no es posible dar cifras algo precisas.

"Ya he descrito á grandes rasgos lo que se ha presentado en la mitad del siglo último en el género de construcción de muros de muelles.

"Si me he extendido demasiado no me guardéis rencor, pues por la indole del asunto me ha sido difícil limitarme en lo que concierne á la descripción de las obras de que me he ocupado durante toda mi carrera de Ingeniero."

El notable trabajo del Ingeniero Ysselsteyn que acabamos de insertar íntegro, por el gran interés que ofrece, no es tan sólo un excelente tratado de construcción de muelles en terrenos de poca consistencia, del cual podemos sacar los materiales necesarios para llegar á la solución más conveniente en Huelva, sino también la manifestación de la constancia de un pueblo que á todo trance quería tener un puerto de primer orden y que lo ha conseguido después de cincuenta y cinco años de lucha, construyendo muelles sobre las ruinas de los que se han derrumbado, hasta llegar á deducir el modelo más apropiado á sus condiciones locales.

Huelva y Diciembre de 1910.

El Ingeniero Director del Puerto,  
F. MONTENEGRO.

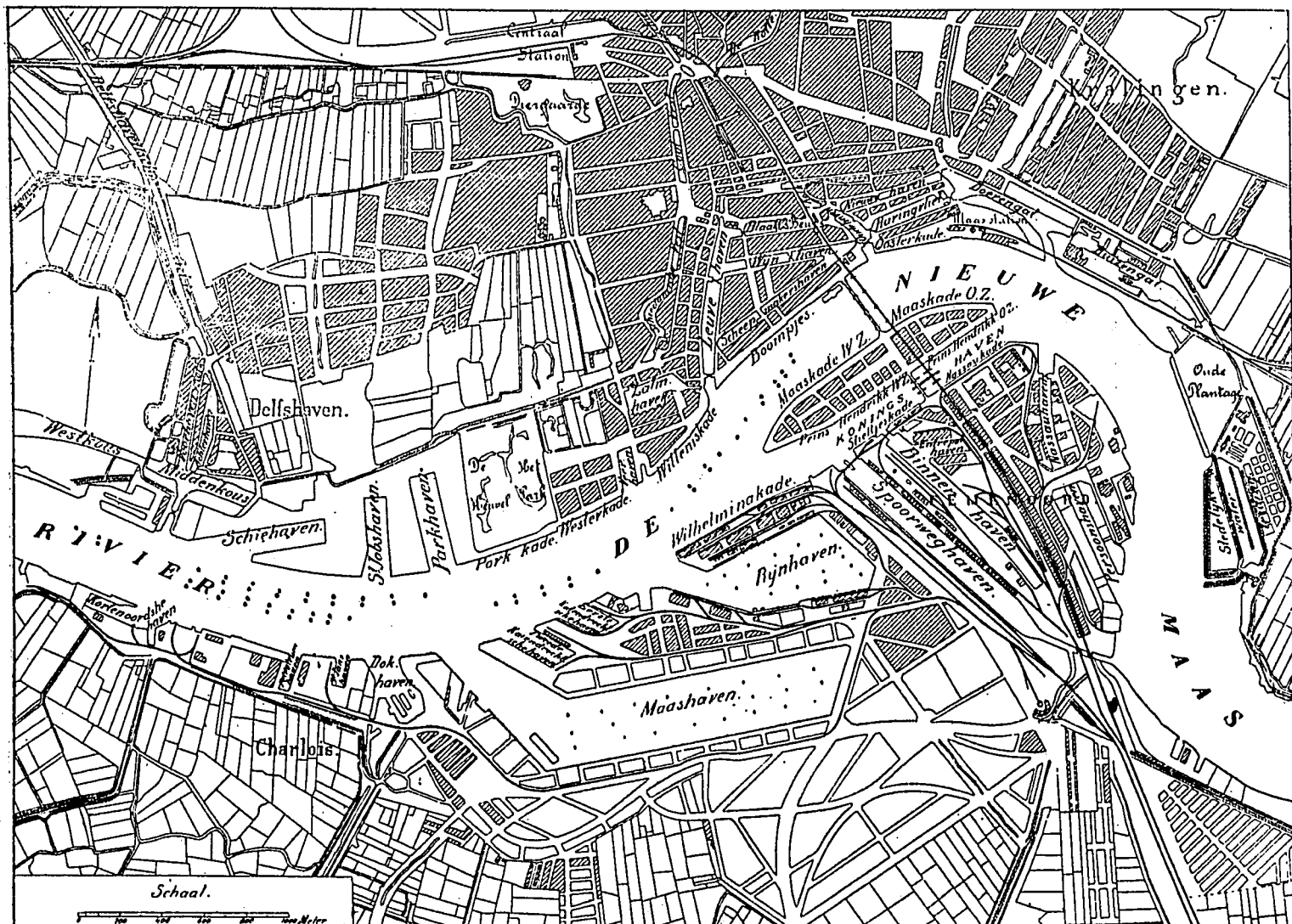


Fig. 42.