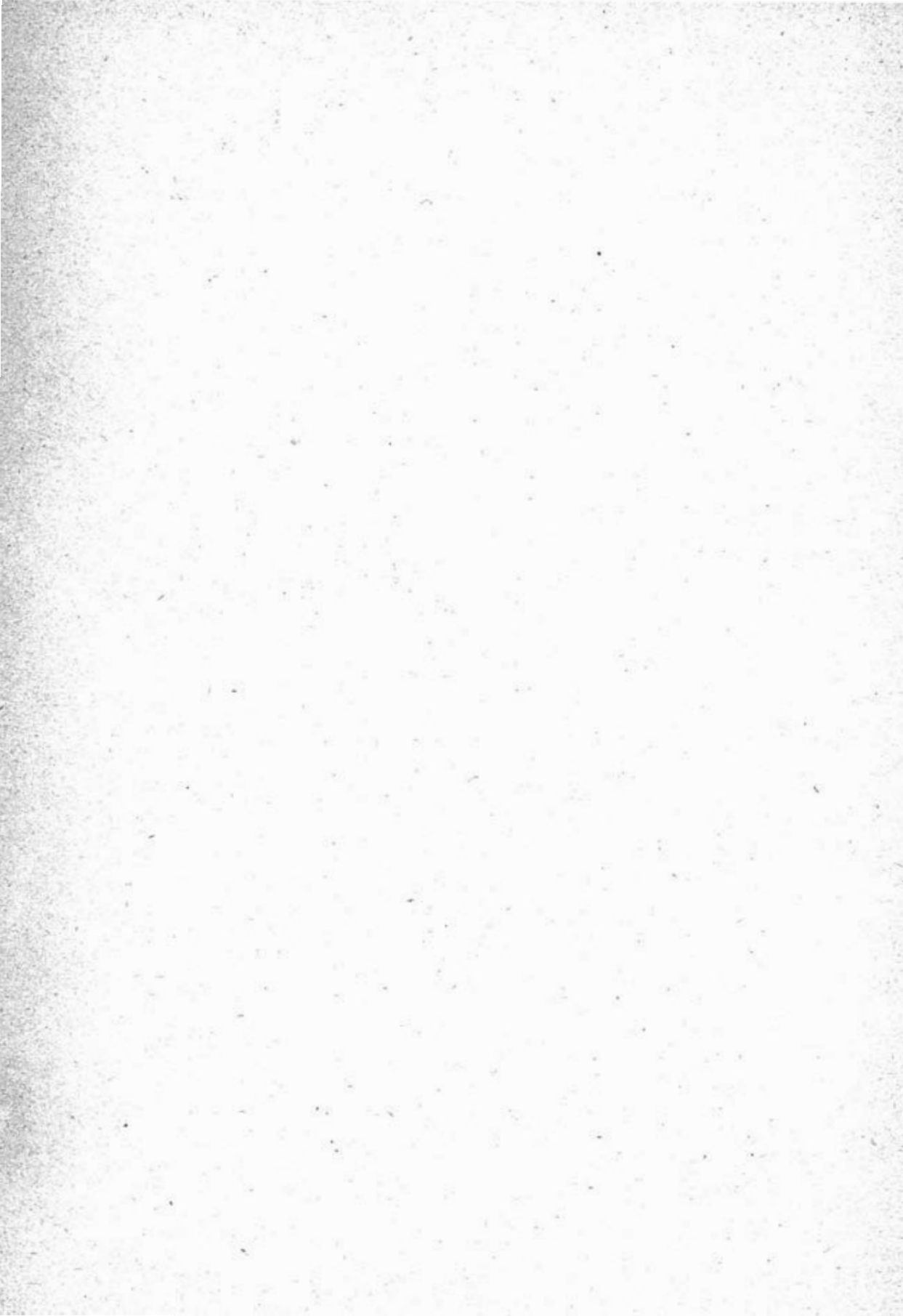


MEMORIA





MEMORIA

SOBRE EL ESTADO Y ADELANTO

DE LAS

OBRAS DEL PUERTO

DE

BARCELONA

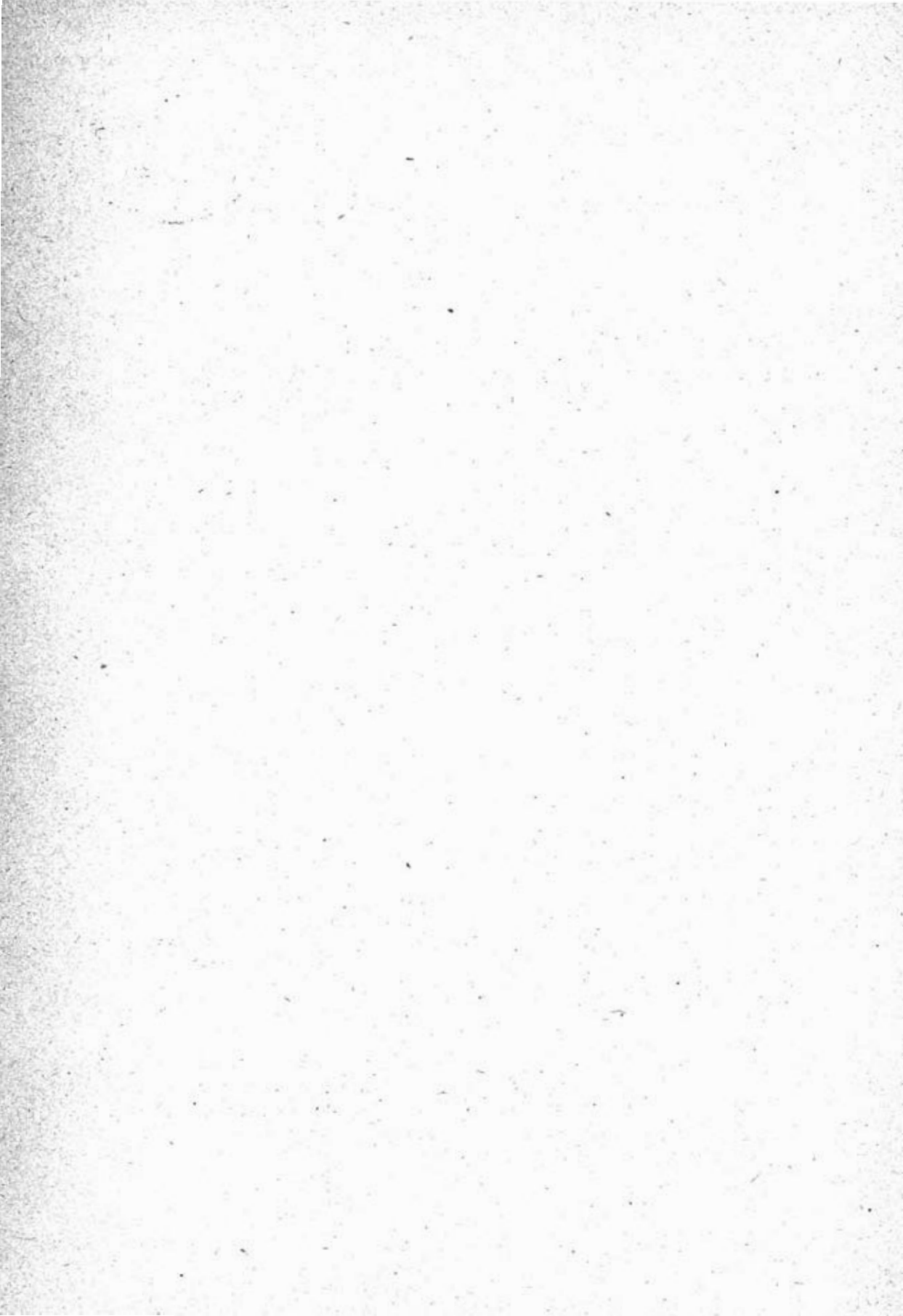
DURANTE EL AÑO 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE DOMINGO CASANOVAS

Hospital, 87.—Teléfono, 2120

MCMIII.





MEMORIA

SOBRE EL ESTADO Y ADELANTO

DE LAS

OBRAS DEL PUERTO DE BARCELONA

DURANTE EL AÑO 1902

INTRODUCCION

Cumpliendo el deber reglamentario de publicar una Memoria anual relativa á las obras de este puerto, he redactado la correspondiente al año próximo pasado procurando abreviarla en lo posible, pues las múltiples atenciones que pesan sobre esta Dirección por el desarrollo dado á las obras y por los muchos proyectos que quedan por estudiar, me impiden darle la amplitud que debía, teniendo en cuenta la importancia de las obras realizadas.

Seguiré el mismo método de exposición empleado en la Memoria anterior, pues así resulta fácil formarse idea de la situación de las obras teniendo á la vista el plano general que se acompaña al final de este escrito.

Dique del Este

En la obra contratada para prolongar la escollera del Este se han vertido 24,991 metros³ de piedra, preparando la banqueta que servirá de cimientto al muro exterior y el macizo de refuerzo; toda esta piedra

pertenece al grupo de escollera menuda porque el macizo no ha llegado aún á la altura en que deben verse los materiales de mayor tamaño.

Abarca la construcción una longitud de 300 metros á partir del morro actual, habiéndose formado un malecón que en la mayor parte de esta línea tiene un enrase á unos 8 metros bajo el nivel del mar. Para evitar que los barcos toquen en este bajo se ha fondeado una boya de señales pintada de blanco en el extremo á que llegan las obras, la cual se irá corriendo conforme avance la construcción y de este modo se evita todo peligro durante el día, y con objeto de marcar bien el derrotero para tomar la boca, durante la noche se han colocado dos luces verdes en el morro del Este en la enfilada general del dique, siendo la del Sur más baja que la del Norte, de modo que todo barco colocado en la recta que las une sabe que atraviesa la línea peligrosa, cuando ve la más baja al Este de la alta se halla en zona franca para entrar en el puerto y mientras observe la posición contraria no debe intentar tomarlo sin guiarse por las indicaciones de la luz roja colocada en el morro del Oeste. Dicha luz tiene una pantalla que deja completamente en sombra toda la zona peligrosa, de tal modo que ningún barco debe dirigirse al puerto sin ver dicha luz y cuando lo consigue, para lo cual le basta colocarse suficientemente al Sur; haciendo rumbo á ella, es conducido á la boca del puerto.

Estas señales, suficientes para marcar la entrada de nuestro fondeadero no bastan para orientar á las embarcaciones que á grandes distancias no pueden distinguir luces de tan poco alcance y por tal motivo, la Comandancia de Marina de acuerdo con esta Dirección, han propuesto á la Superioridad que se cambie el actual faro de Barcelona, llevándolo á punto apropiado para que no solo los barcos puedan apreciar el sitio en que se hallan sino que les sirva de guía para entrar en la zona donde pueden valerse de las luces del puerto.

La misma contrata ha montado el taller para construcción de los sillares artificiales de 80 toneladas que han de formar el paramento exterior del dique, ocupando el muelle de Poniente de la dársena de los careneros y parte del de Cataluña; pues aún cuando, en virtud de las condiciones que sirvieron de base á la contrata, debía entregársele todo este muelle como las necesidades comerciales del puerto no permiten cercenar al tráfico superficie de apoyo de las mercancías y los muelles de la dársena citada son por ahora inaprovechables para tal servicio, se ha creído preferible ocupar uno de ellos con el taller, á cambio de que quede expedita la parte del de Cataluña más necesario para el Comercio.

Emprendióse la construcción de bloques á primeros de Noviem-

bre y en primero de Enero se había hecho 35, ó sea un volumen de 1,216'25 metros³ y vencidas las dificultades de primera instalación es de suponer que seguirá este trabajo con toda regularidad, de tal modo que en la próxima temporada de verano pueda emprenderse el asiento de bloques que es la parte de mayor importancia, por cuanto limita la marcha general de la obra.

Las instalaciones realizadas por el contratista son verdaderamente notables y demuestran gran inteligencia para conducir esta clase de trabajos con la debida perfección y economía, pero como todo ello no afecta al desarrollo de las obras, ni á su resultado práctico, considero que no procede entrar aquí en descripciones de los aparatos y medios auxiliares que ha empleado, aún cuando tengan verdadero interés para el Ingeniero que se dedica á construcciones de esta índole.

La cantidad de obra realizada durante el año último es la siguiente:

MESES	ESCOLLER	BLOQUES		PLACAS DE FUNDICIÓN PARA SUSPENSIÓN DE LOS BLOQUES	
	Metros cúbicos	Núm.	Metros cúbicos	Núm.	Kilos.
Julio.	4,277'00	»	»	»	»
Agosto.	3,540'00	»	»	»	»
Septiembre.	5,196'00	»	»	»	»
Octubre.	6,265'00	»	»	»	»
Noviembre.	3,225'00	17	590'75	34	2,619'00
Diciembre.	2,488'00	18	625'50	36	2,628'00

En la Memoria del año anterior al ocuparme de esta obra dije: «Parécenos pues más lógico aplazar para la ya cercana época, en que comiencen los trabajos, la descripción completa de esta obra, exponiendo á la vez los fundamentos técnicos que han servido de base á su proyecto primitivo y el definitivamente aprobado»; y por lo tanto paso á tratar este asunto con la posible brevedad.

Es de todos sabido que las marejadas cualquiera que sea su dirección, penetran en el puerto unas veces directamente, otras por desviación gradual, perturbando la tranquilidad de la dársena y desde el momento en que mis dignos predecesores en la Dirección del Puerto pensaron dividirlo en dársenas estrechas para dar las debidas facilidades al comercio, hubieron de preocuparse de que éstas fueran tranquilas para evitar accidentes á la navegación y en su consecuencia se

proyectaron obras de abrigo para evitar la entrada de la resaca en el antepuerto y puerto actuales.

Mi distinguido compañero, el celoso é inteligente Jefe del Cuerpo de Caminos, Canales y Puertos D. Julio Valdés, formuló un proyecto que fué aprobado por R. O. de 2 Noviembre de 1897 en el cual, se adoptaba la planta que con líneas de trazos se indica en el plano adjunto, siguiendo así una traza análoga á la que repetidamente se había adoptado en los sucesivos ensanches de este puerto, si bien por la forma poligonal que substituye á las curvas de proyectos anteriores y por la del morro que proponía, había fundados motivos para esperar que se evitarían ó por lo menos se atenuarían mucho, los efectos de los temporales dentro del fondeadero.

En la memoria de aquel proyecto, se sintetizaban las ventajas que había de reportar esta obra en los siguientes términos.

«Las principales ventajas inherentes á esta disposición y ya demostradas con prolijidad, á nuestro juicio, en el anteproyecto aprobado, son las que á continuación se expresan:

1.^a El abrigo directo del antepuerto y dársenas actuales, contra todos los vientos y mares exceptuando los escasos y débiles comprendidos entre el S. y el S. S. O., ó sea de una amplitud angular de dos cuartas, estimada como necesaria y suficiente para conservar cierta pequeña agitación en las aguas que impida el fácil depósito de los arrastres.

2.^a La dificultad de propagación de las resacas en el interior del fondeadero.

3.^a La anulación de los graves defectos de que adolece la boca del puerto actual, por la imposibilidad de realizar prácticamente las condiciones teóricas de la entrada.

4.^a La evitación casi absoluta de los aterramientos producidos por el constante avance hácia el Sur, de las arenas de la costa y de los aluviones del Besós, que son los que más perjudican al puerto.

5.^a La creación de una vasta rada con sonda media de 18 á 20 metros y fondo limpio y arenoso, donde toda clase de buques pueden encontrar fácil cuanto seguro tenedero y cuya extensión superficial de 87'5 hectáreas unidas á las 48 de que dispone el actual, pueden formar un antepuerto cuyas dimensiones se aproximen á las teóricamente deducidas por las exigencias del tráfico.

6.^a La posibilidad de fijar cómodo y ventajoso emplazamiento para los grandes diques secos de carena, con doble entrada para los mismos y en coexistencia con la instalación de los flotantes y la no menos conveniente de segregar otros espacios del antepuerto actual, para la construcción de nuevas dársenas y muelles; y

7.^a La formación de un verdadero antepuerto exterior de 19'5 hectáreas superficiales perfectamente abrigado de todo mar y viento, en el que utilizando la anchurosa banqueta de que irá provisto el nuevo dique y que se dispondrá á este efecto de un modo conveniente, podrán los barcos de guerra ó los grandes buques mercantes con *nueve* y más metros de calado, verificar con toda facilidad y holgura sus operaciones de carga, abastecimiento y alijo».

Al estudiar este asunto poco después de haberme encargado de la Dirección del Puerto, me preocupé de cuán necesario era realizar las obras en forma que permitieran sucesivos ensanches cuya necesidad ha demostrado la experiencia, en Marsella y Génova y de lo cual no era posible dudar en esta playa, porque los muelles atestados siempre de mercancías, la incomodidad con que se realizan todas las faenas comerciales, las continuas demandas de sitio para instalar artefactos que las faciliten, la imposibilidad de acceder á estas peticiones porque cada concesión equivale á un monopolio por la imposibilidad de otorgar otra por falta de sitio, la carencia absoluta de espacios para depositar mercancías destinadas á la exportación, demostraban con evidencia absoluta que el puerto es pequeño para el tráfico que en él se desarrolla, y de no ampliarlo en plazo breve, esta deficiencia será un freno que retrase y entorpezca la marcha progresiva de nuestra industria.

No creí que los sucesivos ensanches del puerto pudiesen buscarse por el Norte, donde hay creados tantos intereses que resulta imposible toda obra; solo por la parte Sur podía buscarse sitio en condiciones adecuadas para tal ampliación y por lo tanto, estudié la modificación del proyecto del Sr. Valdés, procurando que con el mismo presupuesto se abrigára mayor extensión de costa á fin de dejar planteadas las cosas en forma tal, que sin dificultad pudieran irse ganando espacios destinados al servicio comercial, robándolos al mar ó al delta del río Llobregat; y el resultado de este estudio, fué modificar el trazado en planta, adoptando una sola alineación recta que partiendo del morro del Oeste, se dirige á la punta del mencionado delta, con lo cual en lo sucesivo podrá prolongarse esta escollera, cambiando su dirección, ó completarse el abrigo, sacando otra en dirección contraria, dejando la boca de entrada orientada al Oeste ó bien completar un antepuerto al redorso de las obras que nos ocupan y buscar línea de muellaje por medio de canales que se desarrollen en los deltas del río.

En la memoria que acompaña este proyecto sintetice las ventajas que en mi concepto tiene sobre el primitivo en los siguientes términos:

«1.º Que por todo lo expuesto es mayor el abrigo de las dársenas y antepuerto actuales quedando libre de los vientos próximos al Sur que son los que más los perjudican con la ventaja de poder aumentar

el abrigo hasta resguardarlo de todos los vientos y si durante la construcción resultase excesivo, no prolongar el dique obteniendo la consiguiente economía.

»2.º Las marejadas de Levante se reflejan á lo largo del dique actual y penetran dentro del puerto con tal persistencia que aún sin grandes temporales se nota mar de fondo en las dársenas al siguiente día de haber soplado los vientos de aquel cuadrante. Es cierto que la forma del morro facilita esta entrada de la marejada; pero no lo es menos que hallándose el dique con escolleras, contra él rompen las olas y por lo tanto el fenómeno de reflexión debe verificarse por las condiciones del fondo produciéndose una derivación gradual á lo largo del dique y otra lateral al rebasar el morro.

»Es de temer con el trazado aprobado, que estos mismos fenómenos se reproduzcan en cuanto los aterramientos vayan haciendo avanzar la playa que hoy se forma en el arranque del mismo, lo próximo que queda á la boca actual el morro aprobado, hace temer que se transmita al interior de las dársenas cualquier ola refleja, mientras que avanzándolo más como proponemos, queda en mi sentir mucho más resguardado el puerto.

»Es también evidente que si llegáran á formarse olas por transmisión lateral á pesar de la forma proyectada para el morro, entrarían más fácilmente en el puerto con el trazado aprobado que con el que ahora propongo, porque mientras en el primero la normal se inclina hacia la boca, en el segundo se dirige á la costa donde hay playa y romperán las olas.

»No es necesario insistir en este punto, basta el exámen del plano, para comprender que tomando iguales precauciones en la construcción del morro, y construyendo el dique con el mismo perfil transversal, la dificultad de propagación de las resacas y marejadas con el segundo trazado, es más superior que con el primero.

»3.º También juzgo que es más fácil tomar la boca del puerto con la disposición que propongo, aún cuando para completar el abrigo fuera necesario poner el dique transversal de que he hecho mérito anteriormente, porque ambos morros quedan á la misma distancia de la curva que tiene diez metros de sonda, y próximamente lo mismo hay que acercarse á ella para doblarlos, pero en cambio con la segunda solución se dispone de más espacio que en la primera para corregirse y librar las escolleras de Poniente. Además es fácil por medio de dragados modificar la expresada línea de 10 metros de costa frente al morro que proponemos, pues el fondo es de arena y la distancia á la costa bastante grande.

»4.º Es innegable que la nueva situación del morro, dificulta más la

entrada de arenas en el puerto procedentes del río Besós y de la corriente litoral. En primer lugar, antes de que rebasen la punta del espigón, habrán de rellenar el triángulo que forma con la tangente trazada desde su morro al dique actual y el trozo curvo de éste, lo cual retrasará su entrada en el fondeadero; cuando esto haya de ocurrir, la corriente litoral encauzada ó dirigida por la larga recta del nuevo dique, tenderá á llevar los productos hacia el punto de encuentro de éste con la costa ó sea á la boca del río Llobregat y desde allí, siguiendo el régimen existente, pasarán al delta derecho como hoy ocurre, mientras que con el trazado aprobado tenderán á depositarse siguiendo la última alineación del mismo, la cual corta á la costa antes del delta izquierdo del expresado río y habrán de remontar la costa para seguir su marcha, siendo lo probable que antes de que tal cosa ocurra, obstruyan en parte la entrada del puerto.

»Dicho se está que con ninguno de los trazados han de evitarse en absoluto los aterramientos que en este punto como en todos habremos de emplear continuos dragados, pero por las razones expuestas, opino que tales inconvenientes son mucho menores con la nueva solución que con la aprobada.

»5.º La rada de que se dispondrá con el nuevo trazado no alcanza sondas de 18 á 20 metros como la aprobada, pero es innecesario llegar á tales profundidades, con los 14 ó 16 de que ha de disponerse, hay lo suficiente.

»Evidentemente, es exagerado al suponer que toda la rada tiene esas sondas, por el contrario, varían éstas hasta que llegan á cero; comparando pues las superficies relativamente abrigadas en ambas soluciones, resulta que entre paramento interior de dique y línea de costa hay en la aprobada una superficie de 875,000 metros cuadrados y en la que proponemos 1.348,000 metros cuadrados; y que considerando como límite de zona aprovechable para fondeadero, la curva de 10 metros de sonda, dichas superficies se reducen respectivamente á 510,000 y 810,000 metros cuadrados, prescindiendo de las que corresponden al antepuerto actual, pues son las mismas para ambas soluciones.

»Si se examinan detenidamente la situación de estas superficies relativamente abrigadas, resulta que con el proyecto aprobado sólo queda resguardada de los vientos del S. una superficie de 28 hectáreas y con el segundo es ésta de 46 hectáreas, y como realmente, estos son los únicos temibles, se obtiene mayor espacio para tenedero de barcos.

»6.º Considero muy discutible la conveniencia de construir grandes diques secos en este puerto después de haber gastado seis millones en hacer una dársena, careneros y adquirir un dique flotante. Si estos dán los resultados que se esperan, no se comprende el motivo para

cambiar de sistema y hacer diques secos; y si resulta poco útil, lo natural es prescindir de él y en su misma dársena hacer otros más convenientes.

»Tampoco veo las grandes ventajas de los diques secos de doble entrada. Si dentro de ellos pudiera moverse el barco, claro es que habría una mejor utilización del espacio, haciéndolos entrar por una boca y sacándolas por otra; pero desde el momento en que el buque colocado en un sitio del dique ha de permanecer en él hasta terminar sus reparaciones, y por lo tanto inutiliza durante su estancia la entrada por una boca, y si por circunstancias especiales llegan á entrar en un dique tres barcos, el que queda intermedio no puede salir sin que antes lo haga uno de los extremos, entiendo que un dique con doble entrada es próximamente equivalente á dos más cortos con un una sola y que no debe sacrificarse á este detalle, el trazado del espigón de abrigo.

»Pero aún prescindiendo de estas opiniones, admitiendo que se han de hacer grandes diques secos y con doble entrada, no veo inconveniente en situarlos adyacentes al dique que proponemos, teniendo una de sus bocas donde indica el espigón transversal y la otra del lado opuesto, con lo cual, esta misma obra completaría el abrigo del puerto y quedaría todavía como antepuerto un espacio muy superior al que proporciona el proyecto aprobado, porque en él se ocupa con los diques secos buena parte del espacio donde hoy fondean los barcos de guerra, el cual quedaría completamente libre.

»Los gastos de construcción, tratándose de puntos cuyas sondas y fondos son casi iguales, no habrían de resultar muy diferentes y siempre tendríamos en nuestro favor el costo de destrucción del actual dique de Levante y la circunstancia en mi sentir muy atendible de no demoler una obra construída hace poco tiempo con todos los pronunciamientos favorables de la Superioridad y cuyo importe ha sido de mucha consideración.

»Dicho se está que si con el nuevo trazado se garantiza mejor la tranquilidad del puerto actual y se obtiene mayor superficie para tener de barcos, puede hacerse al adoptarlo la misma distribución de dársenas interiores que con el aprobado y, por lo tanto, que la 6.^a de las ventajas enumeradas subsiste lo mismo para el uno, que para el otro.

»7.^a He dicho ya que en mi concepto no es ahora el momento oportuno para preocuparse de crear nuevos espacios abrigados y si de resguardar los existentes y he demostrado con cuánta facilidad puede conseguirse aquel objetivo el día que convenga, sin desaprovechar nada de la obra hecha con el trazado que propongo. Pero además, permite éste el establecimiento de sucesivos espigones transversales con el an-

cho é inclinación que más convenga cuando, lo que creo muy remoto, sea preciso utilizar este dique para operaciones comerciales, sin que sea, en mi concepto, razón bastante para darle preferencia desde ahora, el gran calado de que se dispone, porque según he propuesto en el proyecto de muelles interiores, debe darse á éstos, y cuando sea necesario, á gran parte del puerto actual, un calado de 9'60 metros, que durante muchísimos años será más que suficiente, porque corresponde al de los puertos más frecuentados hasta la fecha y supera con mucho al del canal de Suez.

»Por último, el nuevo trazado tiene la ventaja de que desde su comienzo se sentará dentro del puerto el mayor abrigo que se vaya consiguiendo y podrá terminarse el muelle de Barcelona cerrando la boca chica hoy existente, sin temor á que se perjudique la dársena de San Beltrán, mientras que con el aprobado no empezarán á sentirse tan beneficiosos efectos, sino cuando esté construída la mitad de la primera alineación. Cuando la obra con el nuevo trazado llegue á su mitad ya se habrá logrado tanto abrigo en el interior del fondeadero actual como el que proporciona toda la obra aprobada y abreviar en la mitad del plazo de construcción, los inconvenientes que hoy se sienten y que justifican la ejecución de obras de tal importancia, es una ventaja que debe tenerse muy en cuenta.»

Prescindiendo de esta modificación de trazado, nada más creí que debía variar en el concienzudo estudio del señor Valdés y así conservé el mismo perfil tipo por él propuesto, salvo ligerísimas modificaciones, que naturalmente habían de resultar al hacer el cambio de trazado; y como entiendo que en estas memorias debe darse á conocer aquellos trabajos científicos á que ha dado márgen un estudio de esta importancia, á continuación copio las consideraciones que el autor del proyecto expuso en la memoria del mismo al justificar el perfil tipo adoptado.

Dice así:

« Réstanos pues para dar la nueva obra por completamente definida, la determinación y estudio de un perfil transversal más conveniente.

Diques existentes

El estudio de esta cuestión encierra en sí un problema verdaderamente delicado y complejo á causa de la gran diversidad de criterios y falta absoluta de datos y principios fijos, que pueden observarse en las construcciones análogas hoy existentes y que ofrecen una serie de tipos distintos más ó menos ajustados á las exigencias y condiciones de localidad y trazadas generalmente por procedimientos de tanteo y sin otra ley que el empirismo. La experiencia sin embargo, ha ido evi-

denciando los defectos más ó menos graves de ciertos sistemas antes preconizados como de universal aplicación y á ella nos atendremos en primer término para depurar nuestra opinión.

Nadie, por ejemplo, osará reproducir en el terreno práctico aquellos inmensos hacinamientos de piedras naturales de todas dimensiones mezcladas entre sí sin orden ni concierto alguno con que se iniciaron en Cheburgo (1790) las construcciones de este género y adoptadas después con creciente entusiasmo en los puertos ingleses de Howth, Plymouth, Kingstown, Table-Bay, Portland y otros muchos y en el americano de Delawars, en cuyo doble dique se introdujo ya la modificación de clasificar los productos vertidos, reservando los demás pequeñas dimensiones para la base é interior del macizo y los mayores para el revestimiento. La experiencia ha demostrado, en efecto, que el perfil de estabilidad de tales escolleras, si bien puede conservar un talud de 45 grados, en la zona en que cesa la acción del oleaje (desde los 6 metros término medio bajo el nivel de la bajamar), exige en cambio para toda la región batida por las marejadas una inclinación variable entre 5 á 12 de base por 1 de altura, cuyo último límite ha sido alcanzado por el dique de Holyhead. De aquí la enorme amplitud necesaria para la base de tales macizos y el considerable cubo de materiales que se requiere en consecuencia, para las grandes sondas y que encarecen el sistema de un modo extraordinario. (El dique de Portland importó cerca de 26.000,000 de francos, el de Holyhead 32.000,000, el de Plymouth 37.000,000 y el de Cheburgo 67.000,000).

Pero no es esto lo más grave; la resistencia de semejantes obras sigue siendo problemática en la generalidad de los casos, pues en toda la zona batida por el mar, las piedras son continuamente removidas y acaban por reducirse á pequeños fragmentos que no tardan en desaparecer, exponiendo los taludes á constantes degradaciones y no consiguiéndose la estabilidad sino mediante el continuo aporte de nuevos materiales, ó sea á espensas de una conservación costosísima; sin que sean óbice á remediarlo los diversos sistemas ideados para el revestimiento de aquellos con piedras de grandes dimensiones dispuestas más ó menos regularmente, ya en seco como en Kingstown y Howth, bien sobre baño de cemento como en el gran dique de Plymouth.

De aquí la idea de recubrir y proteger el talud exterior de estas escolleras con enormes bloques artificiales de hormigón, iniciada en el dique de Argel (1834) ó mejor dicho, copiada del método romano por el Ingeniero Mr. Poirel y extendida después á los puertos de Marsella, Orán, Fayal, Bastia, Trieste y otros muchos, constituyendo el sistema llamado *francés*, que algo perfeccionado más tarde con la adición de los bloques de *guarda*, dispuestos regularmente al pié de los parapetos

ó espaldones por su parte exterior para su protección ó defensa, se ha pretendido generalizar como tipo de universal aplicación y de seguros resultados, con lo que no estamos conformes en modo alguno.

Cierto es que con tal procedimiento se ha dado un paso importante para el buen éxito de estas construcciones marítimas; pues es innegable que el gran peso y volúmen de que pueden dotarse estos nuevos elementos de construcción, les dará una estabilidad muy superior, salvo contadas excepciones, á la de los bloques naturales, sin contar las mayores facilidades que existen para su remoción, transporte y vertimiento. Pero de esto á considerar el problema resuelto en absoluto, media bastante á nuestro juicio, pues ni es dable preveer el límite de intensidad de los empujes ó acciones dinámicas que aquellos han de contrarrestar ni factibles la construcción y empleo de los elementos teóricos capaces de una completa resistencia. Así pues, el éxito que este sistema haya podido alcanzar en un puerto determinado no puede servir de norma ni aplicarse como criterio fijo en otro distinto, como lo prueba el que los bloques de 10 y 15 metros cúbicos que han sido suficientes en Marsella, resultarán completamente ineficaces para Argel, donde el volúmen de aquellos ha debido elevarse á 20 y 30 metros, límite á su vez sumamente débil para su empleo en la isla de la Reunión. La estabilidad de unas y otras obras, depende pues, única-mente de circunstancias de localidad, ó sea del mayor abrigo natural de que se disponga y de la intensidad mayor ó menor de los temporales reinantes. Un dique en tales condiciones que haya resistido perfectamente á mares de determinada violencia, puede ser degradado y aún destruído por completo á poco que ésta rebase de sus habituales límites. Tal es lo acaecido en multitud de casos prácticos, y aún dentro de este mismo puerto con el dique llamado de Levante, cuya sección harto más reforzada que la del muelle Nuevo, del que viene á ser prolongación, no ha podido resistir el empuje de ciertas marejadas que en el último no han producido daño alguno por el mayor resguardo de la costa. El que los diques de Marsella, por ejemplo, hayan alcanzado hasta la fecha un régimen satisfactorio de estabilidad, no puede bastar por lo tanto, para preconizar la bondad absoluta del sistema, pues con el mismo fundamento podría juzgarse asegurada la eficacia del tipo de escolleras naturales antes discutido, por el éxito definitivo obtenido en el puerto de Howth, debido única y exclusivamente á sus condiciones de abrigo. Lo natural y más frecuente en construcciones de este género, es que los bloques artificiales aún los de mayor peso y volúmen sean removidos, volteados y rotos en los temporales de gran intensidad, concluyendo por reducirse á pequeños fragmentos y desaparecer, exigiendo incesantes renovaciones, so pena de provocar la completa denu-

dación de los taludes. Y no es de extrañar tal resultado teniendo en cuenta el vicio ingénito de este procedimiento, consistente en arrojar los bloques sin orden ni concierto, dependiendo su trabazón y enlace de las caprichosas leyes del azar y dejando por lo regular en todas sus caras ancho campo de acción para el desarrollo de los esfuerzos impulsivos. Semejante método puede ser aceptable tratándose de bloques naturales, pero resulta opuesto á todos los principios de la lógica y del buen sentido aplicado á cuerpos de formas geométricas y perfectamente regulares. En tales condiciones, la resistencia, que puede ofrecer un bloque de 20 á 30 metros cúbicos significa bien poca cosa contra el embate de los grandes mares, sabiendo que aquél puede llegar, dentro de los límites hasta ahora comprobados, á 30 toneladas por metro superficial de acción. Así se explica fácilmente la pronta destrucción, no ya de dichos elementos de defensa, sino de esos enormes monolitos de 300 y aún de 500 metros cúbicos, construídos sobre su propio emplazamiento para la protección de los taludes de estos diques y que en muchos puertos han fracasado por completo, como en los ingleses de la desembocadura de la Tees, en el francés de Cette y en el español de Tarragona. Para comprender mejor tales efectos que en el fondo no tiene nada de potentes ó sorprendentes, basta recordar el curioso cuanto instructivo cálculo inserto por Cordemoy en su excelente tratado sobre construcciones marítimas, relativo á las dimensiones del bloque teórico capaz de resistir por si mismo y en una dirección cualquiera, al máximo empuje de las marejadas; y que dá como necesario, aún para materiales de gran peso específico, (2'50) un volúmen de 1920 metros cúbicos.

De aceptar el sistema francés, lo procedente y racional es disponer los revestimientos de un modo concertado utilizando para ello la forma regular de los bloques, que aunque de dimensiones restringidas, pueden así prestar servicio eficacísimo y gran solidez al conjunto, por su mútuo apoyo y conveniente trabazón. Con dicho método se han llevado á cabo obras muy notables desde el punto de vista de la resistencia, en las que con sujeción al mismo principio se han aplicado criterios muy distintos para la agrupación de los bloques. De ellos citaremos tan solo por su importancia ó novedad, la realizada en Génova para el rompeolas *Duca di Galliera* en el que se han dispuesto aquellos en hiladas horizontales formando grandes retallos ó escalones; la del dique de Curra en Cartagena, perfectamente concebido con dobles revestimientos apoyados contra una gran banquetta y formados, el inferior por bloques asentados de plano sobre el talud de la escollera y el superior por otros inclinados; y finalmente, el más sencillo y no menos satisfactorio, de hiladas inclinadas de bloques á tizón, empleado en

Canarias hace ya 20 años por el modesto cuanto ilustrado Ingeniero Paz Peraza. De todos modos, el defecto capital del sistema, cual es el gran cubo de obra necesario, queda subsistente con una ú otra forma de revestimientos, haciendo ilusorias sus ventajas desde el punto de vista económico.

Tampoco somos partidarios de las escolleras formadas exclusivamente por bloques artificiales sin regularidad alguna, y justificables tan sólo bien, en puntos como Port Said donde no existen canteras de ningún género en la proximidad de las obras, ó en los que aquellas no pueden producir sino materiales de reducidas dimensiones, bien en mares violentos como los de Alejandria, Biarritz y Bilbao. donde el mayor volúmen de los elementos citados puede contribuir á la estabilidad de la obra, y donde los procedimientos usuales para disponer los bloques de un modo ordenado, resultan por necesidad más largos, costosos y expuestos á desfavorables contingencias. Pero precisamente en los fuertes mares, es donde se destacan más la insuficiencia y los defectos de estas construcciones anómalas, sobre todo en las privadas de superestructuras ó grandes parapetos, que con su enorme peso y masa contribuyen enérgicamente á la obtención de la deseada resistencia. Así es que en tales casos, consideraremos siempre preferibles los sistemas análogos al adoptado en los diques de la Punta de los Gujjarros (Isla de Reunión) donde sin necesidad de recurrir al empleo de campanas de buzo, escafandras, cajones neumáticos y demás aparatos de problemática aplicación en mares procelosos, y con el único auxilio de una grúa Titán, cuya invención ha señalado otro paso realmente gigantesco en las obras marítimas, se ha logrado disponer de un modo regular y perfecto los grandes bloques que los constituyen por capas inclinadas de 2⁵/₀ metros de espesor, formando un todo compacto y resistente hasta tal punto que desde, 1883 en que se terminó la construcción, no se ha notado en ésta hasta la fecha el más pequeño deterioro, permitiéndola desafiar impunemente los violentísimos tifones tan comunes en el mar de las Indias.

De lo expuesto se deduce nuestra marcada predilección por los sistemas *concertados*; pero como entre estos los hay también erróneos, bien por la naturaleza de sus materia'es, bien por la disposición dada á sus diversos componentes, creemos oportuno al comenzar su análisis dejar sentada nuestra modesta opinión sobre las condiciones que los mismos deberían llenar para su buena aplicación en el terreno práctico.

Ante todo, nos parece lógico, si la construcción ha de arrancar concertadamente desde el mismo fondo del mar. proscribir dicho sistema *en absoluto* para todos los casos en que el terreno de cimentación sea compresible ó resulte expuesto á socavaciones de más ó menos

importancia, pues claro es que, los sacrificios de tiempo y de dinero realizados para obtener una obra perfecta y regular, resultarían completamente estériles por las dislocaciones, corrimientos y grietas que no tardarían en producirse en la masa común, convirtiéndola como resultado final, en montón informe de detritus sin cohesión ni resistencia alguna. Así, por ejemplo, el haber proyectado concertadamente los diques del puerto de Trieste, donde la depresión del fondo bajo el rompeolas ha llegado á sobrepasar la altura total de la estructura sumergida, hubiera sido reconocidamente absurdo.

Y ya que hablamos de socavaciones, bueno es hacer constar que cuando la sonda media en que ha de desarrollarse una construcción de este género es limitada en demasía y así sucede comunmente, por cuanto las grandes profundidades tampoco resultan apropiadas á este sistema en su completa integridad, por los enormes gastos y dificultades insuperables las más veces, á que llevaría su aplicación, pueden producirse *anormalmente* deformaciones de la indole citada por consecuencia de la misma obra y de las resacas que se forman inevitablemente al pié de todo muro vertical ó de taludes más ó menos rígidos. En tal caso, y de emplear sistemas concertados en fondos disgregables, hay necesidad de proteger exteriormente la base de la obra por un procedimiento eficaz, so pena de provocar en breve plazo su dislocación y ruína, como ha podido comprobarse en multitud de construcciones de este género, para las que no se ha tenido en cuenta tan conveniente precaución y de las que sólo citaremos, por ser la más reciente, la del dique Norte del puerto de Túnez, construido con hileras horizontales de bloques de hormigón en todo su espesor y altura, sobre fondo de arena y con la limitada sonda de 4 á 5 metros como máximo.

Hemos dicho que para las grandes profundidades no era conveniente la aplicación de los sistemas concertados en toda la altura de la obra; y hemos visto, así mismo, que con pequeñas sondas y fondos socavables hay que adoptar para que resulten eficaces, determinadas precauciones. La fijación del límite práctico en que aquellos sistemas pueden emplearse sin temor alguno á los inconvenientes mencionados y con probabilidades de seguro éxito, resultaría, pues, interesante; y como en este punto no hemos visto nada concreto y categórico no creemos pecar de jactanciosos al aventurar en el asunto nuestra modestísima opinión, por la que juzgamos comprendido dicho límite entre las sondas de 10 y 15 metros; en primer lugar porque con tales procedimientos la acción del más fuerte oleaje sobre el fondo, resulta nula ó sumamente débil; y en segundo término, porque en aquellas zonas donde la intensidad media de las marejadas permita el trabajo del buzo en con-



diciones aceptables, la presión máxima del líquido no rebasaría de una y media atmósferas, perfectamente admisible en el terreno práctico.

El dique de Douvres, obra que por multitud de circunstancias ha llegado á alcanzar gran celebridad y cuyo éxito ha sido brillantísimo, constituye uno de los mejores ejemplos que podríamos citar en apoyo de nuestro aserto. Dicha construcción, fué la primera en que se rompieron con decisión y arrojo los estrechos moldes de esas funestas escolleras iniciadas en Plymouth y Cheburgo; y no obstante su ya relativa antigüedad (1849) puede citarse todavía como un verdadero modelo digno de imitación y merecedor de grandes alabanzas. Ciertamente es que los medios de ejecución puestos en juego (campanas de Buzo) para llevar á cabo esta obra verdaderamente colosal, formada como es sabido, por un enorme y macizo muro de 22 metros de altura con paramentos sumamente rígidos (*) y fundamentado á unos 13 metros de sonda, habían de producir forzosamente graves dificultades en su aplicación á un mar casi siempre agitado y sometido además á corrientes continuas y accidentales, de gran intensidad; y de aquí el largo tiempo invertido en la construcción y lo crecido de sus gastos: Pero este defecto, fácil de subsanar, como se ha probado en obras más recientes mediante el empleo de otros medios y sistemas más perfeccionados é idóneos, no puede desvirtuar aunque así se haya pretendido la bondad y racional fundamento de la idea.

La construcción de estos muros compactos de paramentos casi verticales, ofrece en efecto innegables ventajas, siendo la primera de ellas la de reducir extraordinariamente el cubo de la obra, y por consecuencia su coste, sin disminuir su resistencia, antes bien haciéndola mucho más grande; pues la masa y peso de estos verdaderos monolitos pueden graduarse *á priori* para contrarrestar con exceso los más violentos empujes de las marejadas, sin presentar en cambio á su acción un sólo punto vulnerable. Por otra parte, la teoría científica de las olas nos dice de un modo categórico que dichos muros detienen la masa de agua puesta en movimiento sin disminuir su altura y por consecuencia sin aumentar la velocidad de su propagación ó sea la intensidad del empuje. La práctica comprueba además, que los muros no ya verticales sino á 45 grados de inclinación reflejan fácilmente el oleaje, lo que indica que la componente vertical del mismo no ejerce esfuerzo alguno contra sus paramentos. Ahora bien, como el efecto de las marejadas no se limita solo á la zona llamada de *mareas*, sino que alcanza generalmente á una profundidad media de 6 á 7 metros bajo el nivel

(*) Los taludes de los paramentos comenzados con la inclinación uniforme de $\frac{1}{4}$, se redujeron para los últimos trozos del dique á $\frac{1}{8}$ en el paramento exterior y á $\frac{1}{11}$ en el interior.

de la bajamar, es indispensable para la seguridad de tales construcciones que su cimentación arranque de zonas más profundas, sobre todo en terrenos fáciles de socavar; y de aquí, el límite de 10 metros que antes fijamos como el *mínimo* necesario, para la evitación de toda obra complementaria de protección ó defensa, y cuyo *máximo* así mismo prudencial, depende exclusivamente de las mayores ó menores dificultades prácticas que puedan ofrecer los medios adoptados para su ejecución.

La teoría fundamental del dique de Douvres no puede ser, pues, más racional; y así lo han comprendido ingenieros notables que bajo igual criterio y más ó menos variedad de detalles, han llevado á cabo obras análogas, casi todas con buen resultado, y entre las que citaremos por lo bien combinadas, las de los diques de la desembocadura de la Tyne. La mayor parte de estas construcciones adolece, sin embargo, de cierta complicación puramente convencional y que solo redunde en perjuicio de su facilidad y economía. Hay más, la exageración del sistema ha conducido á lamentables extravíos, que si bien en condiciones de localidad muy favorables, han podido tener satisfactorio éxito, ni pueden recibir por ello sanción seria y formal en el terreno de la práctica, ni sostenerse en el de la crítica serena y desapasionada.

Tales son los sistemas de diques tan preconizados en Inglaterra llamados de *hormigón en masa*. en los que, á fin de evitar los huecos ó soluciones de continuidad inevitables en los macizos construídos por hiladas de bloques artificiales, se ha pretendido resolver el problema vertiendo directamente al mar el hormigón en estado fresco, bien por medio de cajones sin fondo como en los diques de Fiume, Roselare, Buckcci y Delaware, bien sin recinto de contención alguno, como en el renombrado de Wicklow. Es innegable que alguna de las obras construídas por este método en aguas tranquilas, han producido buen resultado, y sobre todo desde el punto de vista económico, no sólo por la notable reducción en el cubo de las fábricas, que es su consecuencia, sino por las proporciones especiales dadas á la mezcla en la que con verdadero atrevimiento se ha llegado á reducir á su último límite el peso del cemento, ó sea el del material más costoso. Pero en cambio, muchas de estas construcciones han producido en la práctica los más funestos resultados, obligando después de cuantiosos dispendios á un cambio radical de sistema; y es natural que así sea, pues nadie ignora en la actualidad, que los hormigones vertidos directamente en aguas agitadas y sean cuales fueren las precauciones que se adopten, sufren un deslabazamiento más ó menos grande de la mezcla, privando á ésta de las condiciones necesarias para su fraguado, sin contar con que aún siendo posible reducir dicho inconveniente á

un pequeño límite, como el vertido de los grandes cubos necesarios, no puede realizarse de una sólo vez y simultáneamente para toda la obra, quedará ésta formada por capas ó trozos distintos que por las épocas graduales de su vertimiento no podrán soldarse jamás unas con otras, haciendo ilusoria ó problemática la compacidad del macizo.

Para evitar tales defectos se pensó contener el hormigón en grandes envoltentes de tela de las dimensiones apropiadas, formando inmensos sacos hasta de 100 y más toneladas de peso, que al caer en el agua se amoldasen sobre las asperezas del fondo, uniéndose además entre si y constituyendo de este modo una sola masa. Dicho procedimiento, ideado por el Ingeniero Dyce Cay, para el dique Norte de Aberdeen, ha sido aplicado con posterioridad y variable éxito, en multitud de obras análogas, de las que podemos citar como las más notables, las de los diques de Sunderland y Newhaven. La mayor parte de los Ingenieros estiman, sin embargo, que dicho sistema adolece en la práctica de inconvenientes graves. La inmersión de los sacos exige para ser bien hecha, aguas perfectamente tranquilas, circunstancia realmente excepcional, sobre todo, en la extremidad de los diques, donde la natural agitación del mar, es siempre mayor como en todas las puntas ó cabos. Resulta pues, que la marcha de los trabajos ha de ser forzosamente discontinua é irregular, sin que por lo tanto pueda conseguirse la deseada trabazón de unos sacos con otros. Además, para que estos puedan aplicarse sobre el fondo ó entre si de un modo perfecto, se necesita que no estén llenos del todo á fin de que el hormigón conserve cierta amplitud de desplazamiento; pero precisamente en este cambio de posición, se ha observado que aquél tiene cierta tendencia á correrse hácia la extremidad de los sacos, que por lo regular se encuentran en los taludes ó paramentos de la obra; y de aquí los esfuerzos anormales que en dichos puntos suelen sufrir las envoltentes y que en más de un caso han provocado su desgarramiento y rotura. Por último, es de temer que el hormigón así empleado no adquiere toda la compacidad que se desea á causa de las lechadas siempre inevitables, que quedan dentro de su masa, haciéndole más fácilmente atacable por el agua del mar.

Para evitar tales defectos, se ha ideado hace algunos años otro procedimiento, que consiste en no sumergir el hormigón inmediatamente después de fabricado, sino cuando ya ha adquirido cierta consistencia, observando además algunas condiciones todavía mal definidas. Tal es lo que se denomina *hormigón plástico*. No pretendemos rechazar en absoluto este nuevo sistema, pero su empleo aún es demasiado reciente para que se pueda confiar en su completo éxito y definir, en qué cir-

cunstancias particulares podrá aceptarse sin grave inconveniente, tan excepcional innovación; pero si nos atreveremos á exponer nuestra desconfianza, sobre el buen resultado de esta inmersión tardía, para la que ya se ha dejado empezar el endurecimiento y fraguado de la masa, en medios y condiciones muy distintas de las nuevas á que debe verse sometida, y que han de producir forzosamente, alteraciones graves y perjudiciales, en las leyes y reacciones químicas que presiden á estos no bien definidos fenómenos. Cualquiera que sea el éxito definitivo de tal sistema, parece evidente dar la preferencia al empleo de los bloques fabricados al aire libre con todas las precauciones y garantías que son necesarias y que hayan adquirido antes de su inmersión, toda la resistencia apetecible, con tanta más razón, cuanto el progreso de las ciencias y artes industriales permite hoy día el empleo de medios más ó menos perfeccionados, pero siempre rápidos y económicos para la remoción y asiento de aquellos, aún con los más violentos mares y en las mejores condiciones de regularidad y trabazón.

Bajo este criterio se han llevado á cabo multitud de notables obras, como las de los diques Kaurrachee, Manora, Madrás, Colombo, Odessa, Ynawden, Mormugao, Kustendjee, Folkestone y otras muchas, siendo de notar que las únicas que han experimentado deformaciones y averías de más ó menos gravedad, han sido aquellas en que se ha empleado el sistema con vacilación ó timidez, arrancando la fábrica concertada de cosas insuficientes, bajo el nivel del mar y exponiendo en consecuencia la base de asiento por la acción combinada de las olas y resacas á desgastes, corrimientos ó socavaciones de más ó menos importancia.

Para terminar nuestro ligero análisis de estas construcciones, dedicaremos breves palabras á la realizada en fecha bien reciente en el puerto de la Pallice y que ha llamado mucho la atención por sus especiales condiciones. Los datos impuestos al problema en su parte económica, exigían construir los diques de tal modo, que pudieran servir como parte integrante de una vastísima ataguía, al abrigo de la cual había de excavarse *en seco* y en fondo de roca toda la extensión del antepuerto. Para ello se decidió ejecutar la fábrica sumergida de los diques por medio de grandes bloques de mampostería, cimentados directamente en el terreno por medio de cajones flotantes de aire comprimido, enteramente análogos á los empleados hoy día con tan brillante éxito, en la construcción de los diques secos de carena del puerto de Génova; aparatos muy ingeniosos en verdad, pero de naturaleza harto delicada para su aplicación constante en plena mar. No es pues extraño, que aunque el éxito de la obra haya sido en definitiva satisfactorio, se presentarán durante la construcción serias dificultades y se diera lugar en

la primer borrasca acaecida de alguna intensidad, á un accidente de carácter gravísimo y de fatales consecuencias. Dicho procedimiento no parece por lo tanto, susceptible de aplicación sino en aguas sumamente tranquilas, y para casos especialísimos, en los que el exceso de gasto inherente al sistema puede compensarse por otras economías obtenidas en las obras complementarias.

Sección del nuevo dique

Fijo y depurado nuestro criterio de acuerdo con las conclusiones que hemos ido sentando en la discusión anterior, nada más sencillo que su aplicación á las condiciones particulares del problema que nos ocupa.

Por los temporales que en dos ocasiones distintas produjeron la casi total ruina de la actual escollera de Levante, y más especialmente en su parte curva, se han podido evidenciar dos cosas; *primera*, que la intensidad de aquellos, sin revistir las extraordinarias proporciones á que suele llegar en ciertos mares expuestos á los grandes movimientos ciclónicos, puede alcanzar en esta región hidrográfica á límites verdaderamente temibles; y *segunda*, que existe la necesidad imperiosa de reforzar considerablemente la sección del nuevo rompeolas, en relación con la del primitivo y bajo criterio muy distinto, con tanta más razón, cuanto que á medida que se vá prolongando la alienación de dicho dique el empuje del mar vá siendo cada vez mayor por el menor abrigo de la costa, contra los temporales reinantes, y su más grande exposición á las resacas combinadas de ambos golfos.

Ahora bien; aunque los temporales pueden ser violentos, no son frecuentes por fortuna; y antes al contrario, exceptuando los meses de Marzo y Diciembre en que aquellos son los más temibles, de ocurrir algún trastorno meteorológico, no suele revestir caracteres intensos á no ser como cosa muy excepcional, quedando por lo tanto en gran mayoría los meses bonancibles durante los cuales, y salvo determinadas horas en que sopla el leveche, puede disponerse de un mar relativamente tranquilo. Unido á esto, la circunstancia de que en el emplazamiento que ha de ocupar la nueva obra no existe corriente alguna de gran fuerza, ya sea accidental ó continua, pues la litoral que es sumamente débil (0'30 metros por 1''), y cuya dirección general es de N. á S. pasa algo apartada de aquel por la configuración de la costa, exceptuando las pequeñas revesas de derivación directa é inversa formadas en los senos de Badalona y Casa-Antúnez; y las producidas por las marejadas de Levante sólo son temibles en los días de gran temporal; es decir, cuando es imposible el trabajo, sin que tampoco las perío-

dicas de *llena* y *vaciado* revistan importancia alguna por la considerable amplitud de la boca del puerto, es indudable que las circunstancias climatológicas y de régimen de la localidad, se prestan admirablemente á la aplicación de los sistemas concertados, combinada con el empleo de escafandras y buzos, siempre conveniente para conseguir la mayor regularidad y perfección de tales construcciones, con tal que se limite en lo posible y se reduzca á la práctica de maniobras elementales y sencillas, por la acertada elección de los elementos de la obra, por la expedita trabazón y enlace de los mismos y por las mayores facilidades creadas con la adopción de otros medios y aparatos complementarios. Y buena prueba de ellas, el éxito obtenido en las dos grandes reparaciones de la actual escollera del Este, llevadas á cabo con el auxilio de dichos operarios sin interrupción sensible en el trabajo y sin tener que lamentar el más leve percance.

Vista la posibilidad del sistema, tócanos demostrar su conveniencia y prefiar sus condiciones, para lo que se hace indispensable acudir á los datos restantes del problema, de los que el más principal, sin disputa, es referente á la sonda media en que ha de desarrollarse la obra, y que resulta ser de 20 metros y casi constante en toda la extensión del dique. Basta la enunciación de tan notable cota para comprender la conveniencia de una construcción concertada que aminore en lo posible el gran cubo de fábricas que con otro sistema resultaria forzoso y el gasto enorme que es su consecuencia, con tanto más motivo, si se tiene en cuenta la crecida altura de 6 metros prefijada para el espaldón, con singular acierto en el dictamen de la Consultiva; la gran base que como resultado de aquella ha de darse al parapeto por las exigencias de su estabilidad y la amplia banqueta que también por disposición superior, habrá que dejar al pié del mismo para el servicio accidental de alijo ó provisión de los grandes buques de guerra y comerciales, y cuya anchura hemos fijado en 9 metros; premisas todas, que contribuyen al aumento de la amplitud total del dique al nivel del mar, haciendo más patente la conveniencia, ó mejor dicho, la necesidad de reducir en lo posible el desarrollo de su base inferior. Pero así mismo, el simple conocimiento de la indicada cifra basta también para fijar una prudente limitación á la altura de la fábrica concertada, pues el arrancar ésta del fondo natural del mar, sobre ser *innecesario*, resultaría *contraproducente* y *absurdo*; innecesario, por cuanto á profundidades bastante menores la acción de las más fuertes marejadas, resulta casi inofensiva, y no tiene razón de ser una construcción regular siempre algo complicada y cuyo objetivo principal es su exceso de resistencia; absurdo y contraproducente, en primer término, porque aún cuando el efecto del oleaje se dejara sentir á sondas mayores de 12 ó 15 me-

tros, su acción habría de ser más eficaz forzosamente, sobre un fondo de arena movediza, que sobre un basamento artificial de fábrica compuesto de materiales duros, pesados y resistentes; y en segundo lugar, porque aumentándose en razón directa de la profundidad las dificultades del trabajo hasta el punto de llegar á hacerse imposible ó penosísimo el empleo de buzos y notablemente más largo el tiempo de su utilización, sería lo probable, dejando á un lado la contingencia de un percance y la inseguridad del éxito, que el exceso de coste sobrepujara en mucho el del pequeño aumento en el cubo de otra fábrica no concertada, de construcción harto más fácil y ya de suyo más económica por unidad.

Queda, pues, justificada la necesidad de un basamento de escollera interpuesto entre el terreno de cimentación y la estructura concertada; y para dejar bien definidas las condiciones que deberá llenar aquella parte de la obra, comenzaremos por exponer las de las canteras que actualmente se explotan y que han de proporcionar los materiales para su construcción.

Las circunstancias que acompañan á estas canteras son en verdad poco satisfactorias; pues la única que podemos juzgar como favorable es la de su proximidad á los embarcaderos existentes situados como es sabido, en el ángulo que forman los muelles de San Beltrán y de Poniente y en inmejorables condiciones por cierto de seguridad y resguardo. Y es de tal importancia aquel factor, que por sí sólo basta para compensar las deficiencias de los restantes, toda vez que de abandonar dichas canteras cuyo terreno pertenece al Estado, no pueden encontrarse otras sino alejándose del puerto 2 á 3 kilómetros; aumento de recorrido que habría de gravar considerablemente el ya crecido gasto del transporte, sin contar la necesidad de fuertes expropiaciones ó arriendos. De aquí que aún resulte conveniente el aceptar las consecuencias de una explotación que como ahora veremos, no puede menos de resultar difícil y viciosa. Enclavados los bancos desmontables en la falda oriental de la montaña de Montjuich, en la estribación más avanzada de la misma llamada «El Morrot», á cuyo mismo pié existen establecidas dos vías públicas y una de ellas, la carretera que enlace Barcelona con el cementerio del S. O. y la barriada de Casa-Antúnez, de tráfico activísimo; y teniendo en cuenta además, que dichos bancos vienen á constituir los propios taludes más ó menos acantilados de la citada carretera, en la parte más abrupta de la montaña y á corta distancia de su zona polémica, compréndese fácilmente la imposibilidad de aplicar para su desmonte medios rápidos y económicos, tales como *enderrochs* y grandes voladuras, siendo forzoso recurrir á barrenos de poca carga ó simples *pistoletes* y al empleo de picos, cuñas y perpaes;

adoptar además todo género de precauciones en previsión de accidentes posibles, atacando de flanco las estribaciones más avanzadas, una de las cuales, la del verdadero Morrot, es de notable altura y completamente vertical y luchar por último, con no pocas dificultades para evitar la aglomeración de productos y acarrearlos con la posible rapidez. En tales condiciones, no es fácil sostener una explotación activa y regular y menos aún, obtener en suficiente número, materiales de gran peso y volúmen, á lo que contribuye en alto grado el estado de cuarteamiento y descomposición en que se encuentran muchos de estos bancos. Así es que, aún cuando el cubo de productos pétreos aprovechable se gradúa en *millón y medio* de metros cúbicos, suficiente con exceso para la nueva obra, aunque se proyectára de escollera en su totalidad, ni la mayor parte de aquel material satisfaría por sus escasas dimensiones á las exigencias de la construcción, ni podría conseguirse su aporte dentro del plazo relativamente breve, en que hemos de procurar su ejecución, sobre todo, teniendo en cuenta la forzada escasez del personal y la necesidad de desmontar al mismo tiempo un cubo no menos considerable de tierras, que alternando con los bancos rocosos constituyen la formación geológica de la montaña.

Por consecuencia y desde este nuevo punto de vista, aparece clara y patente la desventaja de aplicar á la construcción del nuevo dique el sistema francés ú otro análogo, fundado esencialmente como aquél en los grandes macizos de piedras naturales elevados hasta el nivel del mar; y así mismo se vé demostrada la conveniencia de reducir cuanto se pueda, la altura del basamento de escollera, cuya ejecución resulta indispensable no sólo por que de este modo haremos un mínimo el cubo necesario, sino porque el peso y volumen de las piedras destinadas á revestimiento, podrán ser menores sin perjuicio de la resistencia, y podrán utilizarse además para el relleno ó parte interna, todos los demás productos de dimensiones restringidas que serán los más numerosos en perfecta armonía con las condiciones transcritas para la explotación.

Y ya que tocamos este punto, hemos de expresar nuestra opinión abiertamente en contra de ese verdadero abuso de clasificaciones en cinco, seis y más categorías de productos, tan de moda en las construcciones francesas de este género, que consideramos puramente convencional, y que sólo conduciría si se llevara en práctica con el necesario rigor á sobrecargar el precio de las respectivas unidades. Lo racional y lógico, sobre todo tratándose de basamentos sumergidos, es, distribuir los materiales en sólo dos clases, reservando los de mayor peso y volúmen para los revestimientos ó capas externas y admitiendo para el interior todos los demás productos utilizables con excesión del ripio. De este modo, el aprovechamiento de aquellos será el más completo

posible sin que sufra en lo más mínimo la estabilidad de la obra y con notable economía en el coste.

Réstanos determinar la forma y dimensiones de este basamento, para lo que nos bastará recordar las condiciones prefijadas á cada uno de los paramentos del dique. Comenzando por el interno, sabemos ya que como parte integrante del mismo, se ha de construir una extensa banqueta que haga las veces de verdadero muelle para el atraque de los grandes buques, y cuyo calado, ha de ser por lo tanto vertical ó ligeramente ataluzado y de una profundidad mínima de 9 metros, no existiendo razón alguna, dada tan grande sonda y la relativa tranquilidad que ha de disfrutarse á este lado del dique, para prolongar bajo aquella la obra concertada de cuya composición hablaremos más tarde y que en consecuencia, limitará por esta parte la altura del susodicho basamento.

Del lado del mar, la elevación de la escollera ha de ser bastante menor; pues recordando la experiencia decisiva de Douvres y las ideas que hemos ido vertiendo en el curso de esta Memoria, conviene aceptar sin duda ni vacilación de ningún género, la teoría fundamental del sistema, cual es la de rebajar cuanto sea factible el arranque de la fábrica concertada á fin de asegurar por completo la invariabilidad y resistencia de las inferiores. Por tal motivo, y aunque nos cabe la presunción de que á sondas mayores de 7 ú 8 metros la acción en este mar de los más fuertes oleajes es apenas sensible, no hemos vacilado en descender por esta parte hasta 14 metros el pié de los muros de fábrica, profundidad que nos permite asegurar una estabilidad casi perfecta y á la que, por experiencia propia, sabemos que el trabajo del buzo puede realizarse todavía en condiciones aceptables.

La forma del macizo queda, pues, determinada por estas dos alturas, y las amplitudes de las bases necesarias en cada paramento para recibir los muros concertados, teniendo además en cuenta, la inclinación ó talud natural de las escolleras que á tales profundidades se mantendrán seguramente invariables, por uno y otro lado del dique y la necesidad de interponer entre ambas fábricas, grandes retallos horizontales cuya amplitud fijamos en 6 metros para el paramento exterior y en 3 metros solamente para el interior.

Para la construcción concertada y de acuerdo con el criterio expuesto, hemos elegido los muros formados con grandes bloques de hormigón, refiriendo disponerlos según hiladas horizontales en vez de inclinadas al interior, como en Colombo y otros puertos; pues si bien de este modo puede aumentarse algún tanto su estabilidad, se dificultan en cambio la construcción y el buen éxito de la misma, teniendo en cuenta las condiciones con que proyectamos la fábrica del

relleno. El muro de la parte interna del dique se proyecta completamente vertical y retallado el del exterior de acuerdo con las exigencias del cálculo. Sus alturas totales respectivas se han fijado en 10 y 15 metros, con las que su coronación rebasará en ambos un metro del nivel de la bajamar.

El volúmen de cada uno de estos bloques (35 metros cúbicos) y su peso (78'40 toneladas) resultan bastante considerables y se han determinado proporcionalmente á la potencia de los aparatos que han de emplearse en su manejo, de los cuales hablaremos mas adelante. Las ventajas de estos grandes bloques son á nuestro juicio indudables; pues si bien es cierto que con modelos más pequeños y dado el sistema que se propone podría obtenerse así mismo, una construcción buena y estable ni su resistencia en detalle y en conjunto sería comparable á la de las fábricas formadas con grandes elementos por el mayor número de juntas necesarias, ni su coste tan económico á igualdad de volúmen por el exceso de tiempo invertido.

El tizón de 5 metros asignado á estos bloques y que viene á formar el espesor constante de ambos muros, es más que suficiente según veremos al tratar de los cálculos para garantizar en todos los casos la estabilidad perfecta de los mismos. Siendo la altura de cada bloque de 2'50 metros, el número de hiladas horizontales necesario para la formación del muro interior, resultará de 4 y de 6 para el del lado externo. —

La fábrica de relleno entre ambos muros se proyecta con escollera de mampuestos sobrepuesta en su coronación de un gran macizo horizontal de hormigón *grappier* de 2'50 metros de espesor. De este modo las piedras naturales quedarán completamente envueltas por fábricas de mayor resistencia é inquebrantables contra la acción del mar, permitiendo reducir su volumen á pequeños límites y aprovechar bien los productos de las canteras con la consiguiente economía en el coste. Pero á fin de que esta protección sea todo lo perfecta y satisfactoria posible, proyectamos como apéndice al macizo superior de *grappier*, la construcción de un prisma del mismo material, aplicado por una de sus caras contra el paramento interno del muro exterior en toda la altura de sus tres últimas hiladas, ó sea hasta 6'50 metros bajo el nivel del mar, en cuya cota pueden ser aún temibles la agitación y empuje del oleaje; y por la opuesta sobre la propia escollera de relleno ataluzada á 60 grados de inclinación. La base de dicho prisma, apoyada igualmente sobre la citada escollera, se proyecta horizontal y de 1'60 metros de amplitud. De este modo la entrada por las juntas de los bloques del agua, y sobre todo del aire, cuya compresión á veces enorme, suele producir en estas obras efectos de gran intensidad y hasta provocar la

rotura y quebrantamiento de los macizos superiores, quedarán evitados casi en absoluto, prestando al conjunto un exceso de estabilidad y trabazón. La forma dada á este macizo supletorio, es á nuestro juicio una de las más lógicas que pueden adoptarse, pues además de graduar su espesor en proporción directa con la decreciente intensidad de las fuerzas externas, facilita en grado sumo las buenas condiciones para su construcción.

El éxito satisfactorio del sistema cuya justificación acabamos de hacer, depende evidentemente del buen asiento de los bloques sobre sus bases de escollera, ó sea de la colocación más ó menos perfecta de las hiladas inferiores. De aquí que juzguemos pocas todas las precauciones que se adopten para lograr tal resultado, á cuyo efecto, lo más interesante y delicado es preparar bien las bases de cimentación, á fin de conseguir en las mismas una superficie sin oquedad alguna y sensiblemente horizontal. Para ello proponemos no solo rellenar con mampuestos y sacos los intersticios que resulten entre los bloques naturales, sino extender además sobre éstos una capa ó tongada de hormigón *grappier* de 7 metros de amplitud y 0'50 metros de espesor, bien arreglada y apisonada por los buzos, y sobre la cual es ya factible replantear y asentar los muros de bloques artificiales en condiciones de perfección y solidez. La naturaleza especial de estas operaciones exige numerosos cuidados é incesantes cuanto difíciles comprobaciones. Por tales motivos no juzgamos oportuno confiarlas á un contratista que por muy celoso que sea, tenderá siempre á escatimar jornales y gastos y no podrá disponer generalmente de operarios tan prácticos y avezados como los nuestros en esta clase de trabajos. De aquí que sin perjuicio de ejecutar las escolleras por el sistema de contrata, propongamos más adelante, construir por administración toda la obra concertada, con lo que casi nos atreveríamos á garantizar su buen éxito, demostrando á la vez que el sistema elegido, puede obtener en Barcelona el mismo brillante resultado que en Génova.

Sobre la estructura anterior viene asentada la del espaldón ó parapeto, que proyectamos monolítico en toda su extensión y con la robustez necesaria para contrarrestar los violentos empujes á que ha de verse sometido, no obstante lo cual, habrá necesidad como veremos al tratar de los cálculos, de empotrar fuertemente su fábrica en la del macizo inferior para asegurar su resistencia contra los esfuerzos de deslizamiento. Los paramentos de esta obra se proyectan de cemento *grappier* por el inmejorable éxito obtenido con dicho material en la reparación del dique actual, y para la fábrica interior proponemos la mampostería hidráulica con cal de Teil. La forma y detalle de esta parte del dique, se describen más adelante con toda minuciosidad, bastándonos in-

dicar, por ahora, que su altura sobre la banqueta propiamente dicha y elevada á su vez 2 metros sobre el nivel superior de los muros de bloques, viene á ser de 6 metros, de acuerdo con las prescripciones de la Superioridad; que su amplitud total en la coronación es de 10 metros y finalmente, que la elevación de la fábrica por su parte exterior incluyendo la del doble pretil, de que vá provista en este punto, resulta ser de 10'30 metros sobre los bloques sumergidos y de 11'90 metros sobre el nivel de la baja mar.

Obedece esta gran altura á la necesidad de proteger eficazmente contra los rociones, tanto el muelle ó banqueta interior, como los buques atracados al mismo, y más especialmente aún, las mercancías ó provisiones que accidentalmente pueden encontrarse sobre aquella para su transporte y embarque; y á fin de conseguir mejor este resultado, proyectamos algo cóncava la línea del paramento externo, si bien valiéndonos de elementos rectos para simplificar su construcción y evitando las exageraciones teóricas adoptadas en Socoa y otros varios puertos.

Creemos en efecto con los ingenieros Laroche y Stäcklin que las curvas cóncavas de estos paramentos resultan ineficaces ó poco menos en el caso de grandes temporales; para evitar la proyección interna de esos enormes golpes de mar, cuya altura, aún en estado oscilatorio, suele igualar la de toda la fábrica, batiéndola por consecuencia en todos sus puntos de un modo simultáneo. pero en cambio opinamos contrariamente á dichos señores, y así nos lo ha demostrado la práctica numerosas veces, que con marejadas ordinarias ó temporales de poca intensidad, la adopción de estas curvas puede ser utilísima para rechazar al exterior el oleaje y aún para aminorar su empuje por el predominio que adquiere su componente vertical, es decir, que el procedimiento resulta bueno para los casos prácticos pues con los grandes trastornos meteorológicos ni el dique ha de prestar servicios de muelle ni se ha de correr á ciencia cierta la eventualidad de un percañe. »

Tal es, pues, la sección propuesta por el citado Ingeniero señor Valdés, juzgando, así mismo, oportuno, y para dar de la misma una cumplida idea, incluir, al final de esta Memoria y en forma de apéndice, los cálculos de estabilidad en que fueron basadas su forma y dimensiones generales.

Dársena y careneros para el servicio del dique deponente OBRAS DE LA DÁRSENA

Como en el año anterior las obras realizadas en la dársena carecen de importancia, porque habiéndose retrasado las pruebas del dique hasta fines del año no era posible darles actividad, ni convenía hacerlo, pues con ellas ha de cerrarse el varadero de las obras que era lógico conservarse hasta que pudiera disponerse del dique; por otra parte, según consigné en la memoria anterior, es muy poco lo que queda por realizar en la dársena y probablemente quedará terminado en este ejercicio.

Los trabajos hechos en esta obra se reducen á 850'00 metros cúbicos de arena para relleno de las fosas.

Colocación de bitas en el puente de servicio para amarre de las áncoras.

Construcción de una puerta para la boca de entrada á la dársena.
Reparación de la draga.

Limpia, reparación y pintado del gánguil número 1.

Adquisición de materiales.

y su importe ha sido el siguiente:

Jornales y materiales gastados durante el año 1902 en la dársena del dique flotante

MESES	JORNALES — Pesetas	MATERIALES — Pesetas	TOTALES — Pesetas
Enero	—	—	—
Febrero	—	—	—
Marzo	—	—	—
Abril	1,138'14	—	1,138'14
Mayo	406'94	—	406'94
Junio	—	—	—
Julio	—	—	—
Agosto	—	—	—
Septiembre	—	—	—
Octubre	3,219'47	4,897'55	8,117'02
Noviembre	—	—	—
Diciembre	—	—	—
<i>Totales.</i>	4,764'55	4,897'55	9,662'10

Cimientos de los careneros

He seguido en esta obra la marcha iniciada en el ejercicio anterior, completando la construcción de 18 espigones que son los indispensables para probar el dique flotante, sin que en el resto de la construcción se diera gran actividad porque la prudencia aconsejaba no hacer muchos gastos en esta obra hasta comprobar las buenas condiciones del dique, pues cualquier grave defecto que en él se hubiera notado, habría hecho inútiles las obras de los careneros.

Afortunadamente, de las pruebas practicadas resulta que este aparato no sólo está perfectamente proyectado, sino que en su construcción no presenta defecto sensible que haga temer en lo más mínimo por su buen funcionamiento y después de comprobado el hecho se ha dado el mayor impulso á estos trabajos de tal modo que al finalizar el año se habían terminado 20 espigones con todos sus tableros, defensas y accesorios, y se hallaban los demás del muelle de Poniente muy adelantados en su construcción.

El conjunto de estas obras representa en todos sus detalles las operaciones y trabajos siguientes:

Cimientos para careneros

La fabricación de bloques durante el año 1902 es como sigue:

HILADAS	Número de bloques fabricados	VOLUMEN		
		Por bloque — m ³	Por hilada — m ³	Total — m ³
1. ^a	175	10'00	1,750'00	4 131'20
2. ^a	168	6'65	1,117'20	
3. ^a , 4. ^a y 5. ^a (mrcizos)	71	10'25	727'75	
3. ^a y 5. ^a Huecos.	33	8'25	272'25	
4. ^a id.	41	6'00	264'00	

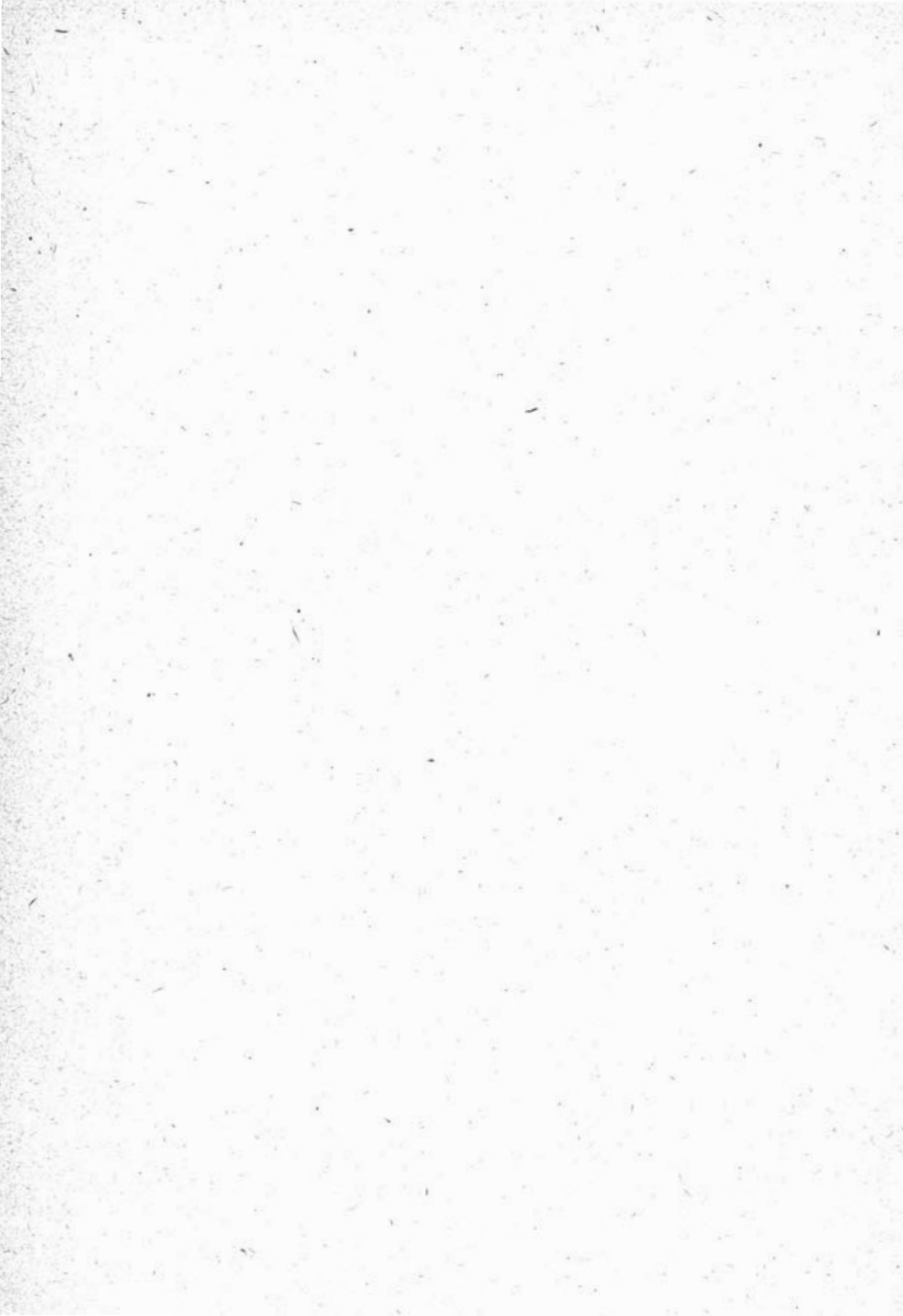
En 31 de Diciembre quedáron terminados 20 dientes con sus tramos de hierro, durmientes de madera melis de 30×30 c/m, defensas del frente y laterales con sus picaderos y cuñas de pantoque.

Además de los dientes terminados se han colocado los bloques de 1.^a y 2.^a hilada en 5 dientes.

En 1.º de Octubre se destajó la fabricación de bloques al precio de 18'50 pesetas el metro cúbico cargados sobre lanchas.

La obra ejecutada es la siguiente:

- 2,532'00 metros cúbicos de piedra machacada procedente del suministro
- 4,131'20 metros cúbicos de hormigón hidráulico en 491 bloques construídos.
- 2,522'25 metros cúbicos en 318 bloques construídos, transportados y sentados en obra.
- 1,310'00 metros cuadrados de arreglo de la base de asiento de la 1.ª hilada.
- 1,048'00 metros cuadrados de enrase de la 1.ª hilada con cemento grappier.
- 78'00 metros cúbicos de hormigón con cemento grappier en el relleno de los tramos de hierro.
- 164'80 metros cuadrados de revestimiento exterior con ladrillos y cemento enérgico.
- 177'76 metros cúbicos de madera de melis en durmientes para careneros.
- 35'70 metros cúbicos de madera de melis en defensas del frente y laterales.
- 82'00 metros cúbicos de madera de melis en picaderos y cuñas de pantoque.
- 3,900'00 metros cuadrados de alquitranado en madera.
Construcción de 6 planchas flotantes de 5^m X 4'50.



Relación de las cantidades invertidas en los trabajos anteriores

MESES	JORNALES — Pesetas	MATERIALES — Pesetas	TOTALES — Pesetas
Enero	3,887'72	4,268'56	8,156'28
Febrero	2,993'37	5,945'55	8,938'92
Marzo	4,587'06	4,879'48	9,466'54
Abril	4,535'41	21,594'97	26,130'38
Mayo	3,777'62	8,566'43	12,344'05
Junio	3,672'95	9,647'31	13,320'26
Julio	6,550'02	16,819'30	23,369'32
Agosto	2,284'78	20,204'08	22,488'86
Septiembre	1,614'61	9,828'28	11,442'89
Octubre	3,219'47	4,897'55	8,117'02
Noviembre	2,675'56	7,064'39	9,739'95
Diciembre	—	8,756'95	8,756'95
<i>Totales.</i>	39,798'57	122,472'85	162,271'42

La necesidad de explotar el dique ha motivado un cambio radical en la fabricación de bloques para los careneros; hasta ahora se había tomado como taller las banquetas bajas de la dársena y sin necesidad de maquinaria especial las cábricas tomaban los bloques cuando tenían la edad debida y los sentaban en los cimientos de los careneros; pero desde el momento en que el dique ha de funcionar en la dársena resulta inconveniente ocupar esas banquetas con los bloques en fabricación y muy anti-económico surtir al taller de toda clase de materiales, por lo cual se ha considerado preferible destajar la fabricación de estos bloques habiendo conseguido realizarlo en tan favorables condiciones, que el metro cúbico resulta puesto sobre las barcazas de transporte al precio de 18'50 pesetas, inferior en 2'75 considerando en el precio de la carga á 1'00 peseta al que por contrata se abona al contratista de los muelles interiores, representando una baja de 11'34 por 100 respecto del presupuesto aprobado.

Tableros mecánicos de los careneros

Conforme indiqué en la memoria anterior, en esta obra había terminado el contratista todo lo que había de ejecutar referente á la parte metálica de dichos tableros con arreglo á la R. O. de 17 de Julio de 1900, impugnada ésta en pleito contencioso fué fallado en favor de la Administración y por lo tanto se ha procedido á formar la liquidación de estas obras en la cual no resulta saldo alguno en pro ni en contra del contratista, porque como indiqué en la referida memoria, atendiendo sus reclamaciones en cuanto se estimaron de justicia, la Superioridad ordenó el abono de las cantidades correspondientes. Así, pues, el importe total de esta obra ha resultado ser de 433,523'69 pesetas.

Cierre para la dársena del dique

En la anterior memoria consigné como se habían cerrado las bocas de entrada á la dársena, con objeto de evitar la entrada, de las marejadas que perturbando la quietud de las aguas, podían motivar averías en el dique flotante ó en los barcos que estuvieran en carena.

Los barcos puertas dieron excelente resultado, cortando la mar de superficie, pero los dos que habían de ponerse en la boca de 45 metros de luz eran de difícil amarre y al sobrevenir un temporal se pudo apreciar que se corría el riesgo sosteniéndolos sobre sus amarras de que faltando alguna de ellas probablemente en el momento de mayor agitación de las aguas queda franca la entrada al temporal y se produzcan las temidas averías; y como ya estaba el dique en la dársena y era preciso tomar rápidamente las debidas precauciones y como además el taller de bloque establecido en las banquetas de los careneros tenía que pararse por falta de sitio para seguir construyéndolos, se adoptó el sistema de utilizar los que tenían ya edad suficiente formando con ellos un muro de cerramiento provisional, á reserva de formular luego el proyecto definitivo y al realizarlo utilizar estos mismos bloques en los careneros; además aprovechando hierros viejos se construyó una puerta provisional para cerrar la boca de 20 metros pero cuando se estaba colocando en su sitio sobrevino un fuerte temporal que la arrancó sin producir en ella grandes averías y como en tal ocasión el barco puerta fué suficiente para mantener la tranquilidad de las aguas dentro de la dársena, se prescindió de colocar nuevamente la puerta provisional y se ha hecho el proyecto de una definitiva suje-



tándola á las fábricas en forma que no pueda reproducirse el hecho de ser arrancada de cuajo sino que para salir de su quicio haya de ser roto por la fuerza de las olas.

Dique flotante y deponente

Durante el anterior ejercicio se han hecho las pruebas de este aparato con arreglo al siguiente programa:

Programa detallado de las pruebas del dique flotante y deponente

NOTA.—Para mejor inteligencia de las siguientes prescripciones y teniendo en cuenta que el dique completo consta de tres secciones distintas, enlazadas las dos primeras por una junta rápida ó fácilmente desarmable y la segunda y tercera por otra rígida é impermeable designaremos con las letras A, B y C respectivamente cada una de estas tres secciones en el orden ya enunciado para su enlace.

Por consecuencia, con la letra A indicaremos la sección terminal del dique provista en su costado interno de los elementos de la junta rápida. Con la letra B la sección central que ofrecerá en sus dos costados los órganos y mecanismos de las juntas rápida y rígida, y finalmente con la letra C, la última sección que ofrecerá en su costado interno los elementos para la junta impermeable y en el opuesto el costado terminal del dique.

1.ª

Reconocimiento completo del dique en todas sus partes, elementos y detalles de construcción y maquinaria; y la necesaria comprobación de sus buenas condiciones de solidez, perfección montaje y funcionamiento.

(a) Después de montados en las tres secciones independientes, los respectivos flotadores y paralelógramos articulados, se practicará un detenido reconocimiento de todas las partes, órganos y mecanismos de cada sección, comprobando sus condiciones, buen ajuste y bondad de la mano de obra, así como los espesores de los hierros y aceros

que las constituyen en sus partes visibles; reservando para más adelante la inspección de las inmergidas.

(b) Las calderas de los seis motores del dique se probarán con la prensa hidráulica hasta obtener en el manómetro una presión de 12 atmósferas. Si esta prueba resultare completamente satisfactoria se procederá á encender los hogares y producir vapor.

Para determinar el consumo de carbón por hora y caballo, se pesará el combustible que se consuma al hacer las pruebas de los aparatos.

(c) Reconocidas las máquinas de vapor y comprobada conforme se ha dicho la resistencia de las calderas, se pondrán aquellas en marcha haciendo rodar las bombas centrífugas sacando los correspondientes diagramas á las velocidades media y máxima, anotando minuciosamente cuanto sea menester para comprobar con todo esmero la perfección de los ajustes y buen funcionamiento de los aparatos y órganos de transmisión; tanto de los propios motores como de las bombas, válvulas, etc., para lo cual se tendrán dichas máquinas en marcha continua durante cuatro horas.

2.^a

Emersión de las diferentes secciones, limpieza de fondos y reconocimiento de los mismos

(a) Desmontado previamente el flotador de la sección B., será emergida valiéndose de la sección A. llevándose inmediatamente esta sección con su carga á los careneros, depositando en ellos la sección B.

(b) Depositando la sección B. se rascarán y limpiarán cuidadosamente sus fondos procediendo acto continuo á un reconocimiento detenido de los mismos, sobre todo en las zonas inmediatas á la línea de flotación y practicando si así lo considera indispensable el Ingeniero delegado de la Administración y en los puntos que éste designe, los taladros necesarios para comprobar el espesor de las planchas de fondo; hecho lo cual se volverán á tapar aquellos con las necesarias precauciones para dejar nuevamente asegurada la perfecta impermeabilidad de las pontonas y costado.

Terminado el carenado y pintura la sección B. será puesta nuevamente á flote.

(c) Desmontado el flotador de la sección C. será ésta levantada por la sección B. ó por la A. y carenado ya sea permaneciendo sobre la sección que lo ha emergido ó depositándolo sobre los careneros á

voluntad del Ingeniero delegado de la Administración, efectuándose el reconocimiento de los fondos en la misma forma indicada para la sección B.

(d) Finalmente se procederá al carenado de la sección A. efectuándolo en la forma misma que en el caso anterior.

3.^a

Pruebas parciales de inmersión y emersión sin carga alguna

(a) En cada una de las tres secciones se harán las pruebas de inmersión dejando entrar el agua en las pontonas y costados del modo y forma conveniente hasta obtener la inmersión máxima; y acto continuo se pondrán en marcha las máquinas y bombas que han de extraer el agua hasta la completa emersión de dichas secciones, debiendo comprobarse durante todas estas maniobras la perfecta horizontalidad del sistema, así como el plazo total invertido en las mismas, que no deberá exceder en su totalidad de 120 minutos.

(b) Estas operaciones deberán repetirse haciendo funcionar una sola máquina en vez de las dos de cada sección; debiendo dar resultados igualmente satisfactorios con la sola variación del tiempo invertido, que deberá ser de 280 minutos.

(c) Dichas pruebas de inmersión se repetirán así mismo en igual forma y deberán ofrecer idénticos resultados para las secciones combinadas *dos á dos*, así como para el dique completo; pero aplazándolas para después de verificadas las pruebas de enlace de sus diversas juntas.

4.^a

Transporte del dique y sus secciones

(a) Cada una de las secciones del dique se transportará de un punto á otro de la dársena tanto en sentido transversal como longitudinalmente, debiendo efectuarse estas maniobras con precisión y rapidez, sin sacudida ó vibración alguna y sin desviación de ningún género en las trayectorias rectilíneas de su marcha.

(b) Estas operaciones se verificarán así mismo para las secciones combinadas *dos á dos*, así como para el dique completo, debiendo ofrecer iguales resultados.

(e) Finalmente, todas estas maniobras se repetirán también cargando las secciones aisladas ó combinadas con los pesos máximos proporcionados á sus respectivas potencias.

5.^a

Enlace y desarme de las secciones. Comprobación de las resistencias de las juntas

(a) Colocadas las secciones A y B en la parte de la dársena opuesta al carenero construído, se procederá á su enlace por medio de la junta rápida; hecho lo cual y desarmado el flotador de la sección C, se levantará ésta con las otras dos, permaneciendo en ellas un plazo de 48 horas pasado el cual se la colocará de nuevo á flote.

(b) Acto continuo se procederá al desenlace de las dos secciones que se conducirán provistas de sus flotadores á la parte opuesta de la dársena, volteándolas sobre la extremidad del puente de servicio, y después de reconocidos los órganos y mecanismos de la junta, se volverán á unir para comprobar si aquellos han sufrido deformaciones ó deterioros que impidan su buen y rápido funcionamiento.

(c) Vueltas á separar ambas secciones se enlazarán la B y la C por medio de la junta rígida levantando con ambas la sección A previa la desunión del flotador correspondiente.

(d) Puesta á flote la sección A se desunirán la B y la C reconociendo escrupulosamente las piezas de su enlace que no deberán ofrecer deformación alguna.

(e) Finalmente se procederá al montaje completo del dique, comenzando por formar nuevamente la junta ordinaria ó rígida entre las secciones B y C y adicionándoles la sección A por medio de la junta rápida.

6.^a

Emersión y depósito de embarcaciones

(a) Utilizando las embarcaciones de que puede disponer la Junta de Obras del Puerto, se procederá á la emersión, transporte y depósito de las mismas valiéndose de las secciones aisladas combinadas dos á dos ó del dique entero, según las dimensiones de aquélla, y de tal modo que las cargas sobre las pontonas resulten las reglamentarias, ó lo que es lo mismo, proporcionales á su potencia máxima.



(b) La duración de los plazos de emersión é inmersión, prescindiendo del invertido en la colocación, fijación y desamarrado de los buques, serán iguales á los preceptuados en la prueba tercera.

(c) El plazo mínimo para depósito de los buques sobre los careneros será de 48 horas.

7.ª

Calidad y resistencia de los materiales

(a) Si después de terminadas satisfactoriamente las pruebas anteriores creyera conveniente el Ingeniero delegado de la Administración comprobar de nuevo la calidad y resistencia de los materiales empleados en la construcción, se desmontarán las piezas que designe aquél, sacando ellas las barras de ensayo que sean necesarias y que se enviarán al Laboratorio oficial de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos para justificar las condiciones de su resistencia.

8.ª

Anotaciones necesarias

En todas las maniobras que comprenden estas pruebas se anotará la marcha de los motores y demás elementos del dique, así como el consumo del combustible; tomando á la vez otros diagramas, de tal modo que cada nueva prueba justifique por repetidas veces, los resultados obtenidos.—Barcelona 11 de Abril de 1902.—El Director facultativo, Carlos de Angulo.—Conforme.—Por la Dirección de la Maquinista Terrestre y Marítima.—El Director encargado, J. M. Cornet.

Lleváronse felizmente á cabo todas las consignadas hasta el apartado 6.º pero al buscar un barco de grandes dimensiones para ultimarlas, nos fué imposible encontrarlo sin pagar un fuerte seguro y responder de los perjuicios que podrían irrogarse al armador si por cualquier defecto en el dique tenía que suspender sus viajes ordinarios.

La cuantía de estas responsabilidades hicieron que los encargados de la recepción, teniendo en cuenta que la Junta no puede hacer gastos que no estén aprobados por la Superioridad suspendieron las pruebas y levantaron un acta en la cual después de consignar los resultados favorables obtenidos se pedía autorización para asegurar un barco aún cuando no tuviera el peso reglamentario con objeto de comprobar las maniobras de entrada y salida en careneros y para gastar las cantida-

des necesarias para poner en cada sección la sobrecarga máxima á fin de comprobar la resistencia y potencia ascensional del dique, y como por R. O. de 10 de Septiembre de 1902 fué aprobada esta propuesta se continuaron las pruebas utilizando al efecto el barco *Ciudad Condal* galantemente cedido por la Compañía Trasatlántica, habiendo obtenido tan buen resultado que sin incidente alguno esta embarcación fué carenada en 18 horas contando el tiempo de entrada y salida de careneros.

Comprobada así la facilidad de maniobras y habiendo cargado cada sección con un peso de 2,000 toneladas haciendo que emergiera á otra con la correspondiente cantidad de agua, se redactó el acta correspondiente que ahora se halla á la aprobación de la Superioridad.

Inmediatamente se ha pretendido que el dique se diera al servicio público censurando que esto se retrase algún tiempo; pero tales censuras carecen de fundamento porque no basta que el aparato en sí haya funcionado bien; para darlo al público es preciso que todo el personal esté adiestrado en su manejo, que se disponga de los medios de maniobra más indispensables, que por lo menos los careneros de uno de los lados de la dársena estén terminados; en suma, que el servicio se organice; y todo esto llena algún tiempo de preparación que no ha podido ni debido anticiparse, exponiéndose á realizar gastos que habrían resultado en pura pérdida si por cualquier causa no se hubieran obtenido en las pruebas el satisfactorio resultado que todos celebramos.

Considero que la importancia de esta obra, debida á las iniciativas del ya citado Ingeniero Jefe Sr. Valdés justifica se dé aquí suscinta idea y por lo tanto consignaré los principales datos que respecto al referido dique deben tenerse en cuenta y cuya cabal inteligencia completará la inspección de los planos y dibujos adjuntos.

He creído, sin embargo, que en la parte descriptiva, debo limitarme á la reseña de aquellos elementos y detalles que no son comunes ó usuales en diques análogos, ofreciendo por lo tanto innegable y verdadera novedad, tales como los órganos de la junta rápida, y al aparato comprobatorio de moles de agua. Los cálculos de resistencia se acompañan del modo más sucinto posible, y al final de los mismos se incluyen los de estabilidad, brillantemente desarrollados por el Ingeniero de la Sociedad Constructora, Sr. D. Fernando Junoy. Finalmente, y como práctica comprobación de las buenas condiciones del dique, incluimos algunos fotograbados del mismo durante la época de pruebas, sosteniendo los buques emergidos.

DIMENSIONES GENERALES DEL DIQUE

Partes ó elementos de obra

COSTADO Ó CAJON VERTICAL	Número de secciones.	3
	LONGITUD DE LAS SECCIONES	
	1. ^a	36'887 m
	2. ^a ó central	38'075 m
	3. ^a	36'900 m
	Longitud total.	111'862 m
	Latitud	3'95 m
	Altura total.	14'046 m
	Número de pisos.	3
	ALTURA DEL.	
	{ piso inferior	4'902 m
	{ piso medio.	4'826 m
	{ piso superior.	4'318 m
	Altura de la cámara receptora.	9'728 m
	PORTALONES.	
	{ Número por sección	2
	{ Id. total.	6
	{ Longitud	3'95 m
	{ Latitud.	2'40 m
	{ Altura	4'826 m
Superficie de la base de desplazamiento para las cámaras inferior y superior	432'37 m ²	
Superficie de la base media para el piso central.	375'49 m ²	
Base media de la cámara receptora, descontando las de la junta rápida y todas las cámaras estancas	347'45 m ²	
Volúmen desplazado á la inmersión máxima de 12'50 m.	5.131 m ³	
Peso equivalente en toneladas métricas	2.270 t.	
Volúmen del agua de cabida en la cámara receptora	3.380 m ³	
Peso equivalente en toneladas métricas	3.471'26 t.	

Partes ó elementos de obra

	Número por sección	6	
	Id. total	18	
	Longitud hasta el empotramiento.	22'974 m	
	Latitud	3'95 m	
	Altura.	4'902 m	
	Desplazamiento de una pontona hasta el nivel de su cubierta	444'85 m ³	
	Peso equivalente en toneladas métricas	456'86 t.	
PONTONAS	Desplazamiento de las 18 pontonas	8,007'30 m ³	
	Peso equivalente en toneladas métricas.	8,223'00 t.	
	CAJAS DE AIRE.	Número.	14
		Longitud	3'808 m
		Latitud	3'95 m
		Altura.	1'90 m
		Desplazamiento	28'579 m ³
		Id. total	400'11 m ³
		Peso equivalente.	410'91 t.
		Desplazamiento total de la madera colocada sobre las pontonas.	153'59 t.
	Desplazamiento total de todas las pontonas hasta el nivel superior de las cajas de aire.	8,787'50 t.	
FLOTADOR	DIMENSIONES DE CONJUNTO.	Longitud.	119'18 m
		Latitud	16'332 m
		Altura	1'441 m
	Número de cajas de gira.	2	
	PARALELOGRAMOS.	Número de pares de viga	12
	Longitud de las vigas.	12'192 m	

Junta rápida.

Describese así dicha junta en el proyecto aprobado para la ejecución.

«Una forma de junta que siendo capaz de armarse y desarmarse con gran rapidez y dotada sin embargo de igual resistencia que la junta ordinaria ha sido durante mucho tiempo un *desideratum* costándonos largos años de estudios y de experimentos el obtener ese resultado.

La primera junta de este género verdaderamente satisfactoria, la empleamos hace cinco años en la construcción del dique de Hamburgo; cuyas secciones había que desunir, cada vez que se procedía en el Arsenal á la botadura de un buque.

La forma de junta que se inventó para este dique y que ha tenido tan buen éxito y se ha adoptado desde entonces en otros posteriores, se conoce bajo el nombre de junta de balancín. El *desideratum* que debe buscarse en una junta de balancín, es no solo que sea fuerte y pueda hacerse con rapidez, sino también que al desarmarla y antes que su fuerza se debilite por haber separado la mayor parte de los pernos y otros medios de sujeción, indique enseguida en qué dirección vá á colocarse la sección del dique que quedará libre en relación á las otras secciones. En el caso de hacer una unión es muy fácil colocar las dos secciones separadas cada una á un mismo nivel de aquella y entonces juntarlas; pero cuando están unidas rígidamente no puede decirse con certidumbre á menos de recurrir á una operación pesada de medir la cantidad de agua de cada compartimento separado si ambas secciones se encuentran en las mismas condiciones de flotación ó si no se mantienen mutuamente en una posición que no es la correspondiente á ninguna de ellas.

Es sencillo en efecto, imaginar el caso de que una sección conteniendo más agua que la otra la hunda por su mayor peso mientras que al mismo tiempo se soporta así mismo en igual medida. Si en este caso, se deshiciese repentinamente la junta, cada sección tomaría al instante su propia flotación, esto es, la una se elevaría y la otra se hundiría. Si para esta junta se empleasen pernos, es evidente que no habría ningún movimiento hasta que se hubiesen retirado todos, y entonces las dos secciones se separarían bruscamente, ó lo que es más probable, mucho antes de que se hubiesen retirado los últimos pernos hubieran sido ya rotos por los esfuerzos desiguales. Esto es exactamente lo que sucede cuando se desunen dos estructuras flotantes separadas que dependen mutuamente la una de la otra y todas las precauciones deben emplearse para evitar ese resultado.

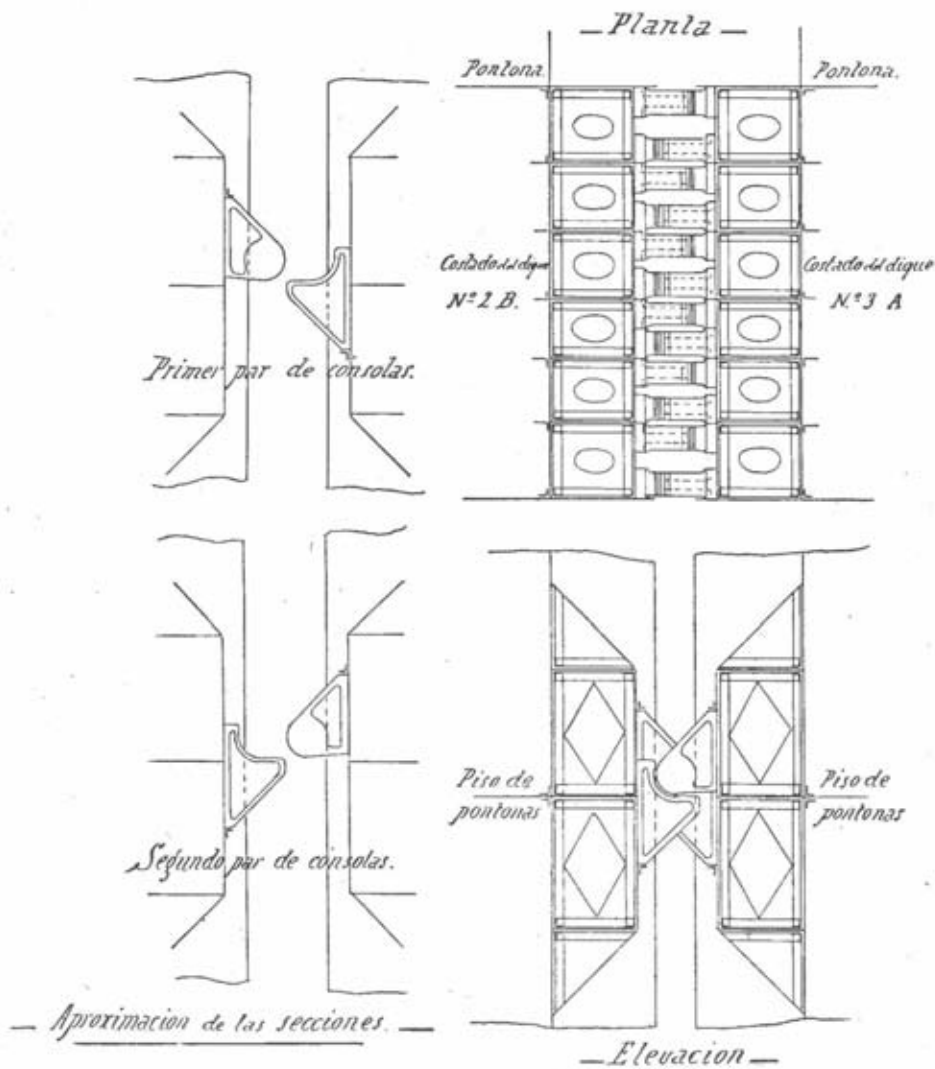
Cuando no fuese cuestión del tiempo que deba emplearse podría fácilmente evitarse eso, por ejemplo; podría vaciarse completamente cada sección del agua que contiene y es seguro que todas flotarían á un mismo nivel. Pero en el caso de una junta rápida, no hay ni tiempo para ese procedimiento ni para ningún cálculo, y la forma de junta que hemos ahora adoptado se llama junta de balancín porque sin ser enteramente rígida puede al instante indicar en qué posición la sección vá á colocarse. En el momento en que se conoce en qué dirección la sección va á moverse, es la cosa más sencilla para el Ingeniero el corre-

girlo por medio de sus válvulas, pero el solo peligro en todas las otras formas de juntas reposa en el hecho de que no hay medios de conocer qué acción tiene lugar hasta que algo se rompe. Con la junta adoptada en el presente dique el único movimiento permitido ó por mejor decir indicado, dada su pequeñez, es una ligerísima curvatura del plano horizontal. Esto es, ningún esfuerzo puede producirse sin que se indique la manera más distinta permitiendo su rápida anulación y sin que pueda perjudicar en consecuencia á la seguridad del dique.

Para poder mantener constante la distancia entre las pontonas al nivel de la cubierta de las mismas, se fija una fuerte caja de palastro al mamparo extremo del dique; esta caja sobresale $2'9$ ($0^m 838$) del mamparo, y va de uno á otro frente. Se une á las planchas del costado y se refuerza verticalmente en cada recuadro del mamparo, por medio de fuertes cantoneras y dobles ángulos de $4'' \times 4'' \times \frac{1}{4}''$ ($0^m 102 + 0^m 102 \times 0^m 0125$). Tiene horizontalmente 3 refuerzos de planchas completas que recorren toda su longitud y se une á las cantoneras por escuadras. Uno de estos refuerzos de plancha se encuentra al nivel de la cubierta de pontona y los otros dos, las alturas de los refuerzos, superior é inferior, más próximo á esta cubierta. Se une además con el dique, por medio de diagonales de plancha, superior é inferiormente, formando una cámara ó caja saliente, tan fuerte como cualquier otra parte del dique mismo. Cada sección del dique está provista de una cámara análoga. En el frente de esta cámara y sólidamente unido á ella por medio de pernos hay unas series (seis en número) de fuertes consolas de hierro fundido formando media junta de nudillos ó dientes, cuyo diámetro es de $15''$ ($0^m 381$). En la sección opuesta y frente por frente á esos nudillos, hay otra serie de consolas semejantes formando las hendiduras en las cuales funcionan estos nudillos con un centro de rotación situado exactamente en el centro del espacio entre las dos secciones. Esos nudillos obran solamente en una dirección, pero como las series están colocadas opuestas unas de otras las otras mientras una de ellas priva el movimiento ascensional de la sección entera, la otra serie impide el movimiento de descenso; formándose en consecuencia una verdadera *charnela*. El empleo de estas dos series de medias juntas de nudillos en vez de una sencilla bisagra, es muy conveniente, puesto que nos permite reforzar extraordinariamente la articulación y hacer que su acción obre siempre y de un modo directo en sentido vertical, sin que nunca tenga la menor tendencia á separar ó abrir las dos secciones. En el caso de un nudillo ordinario, deberíamos hacerlo, ó bien con un cuello estrecho, el cual resultaría débil, ó bien dándole forma de cuña; en cuyo caso, cualquier presión vertical P, se descompondría en dos fuerzas, una de las cuales tendería á separar las dos seccio-

Digue de Barcelona

Junta Rapida

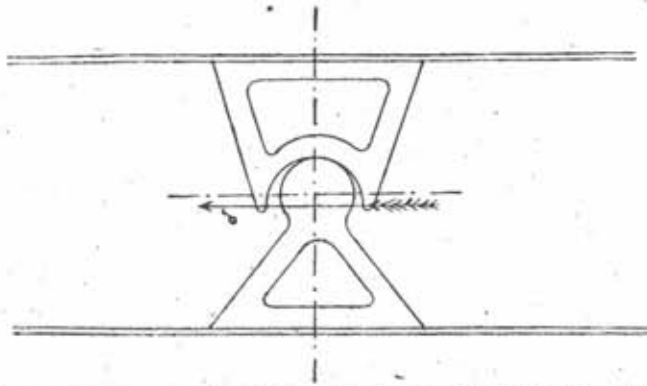


Aproximacion de las secciones.

Escala $\frac{1}{8}'' = \text{un pie}$

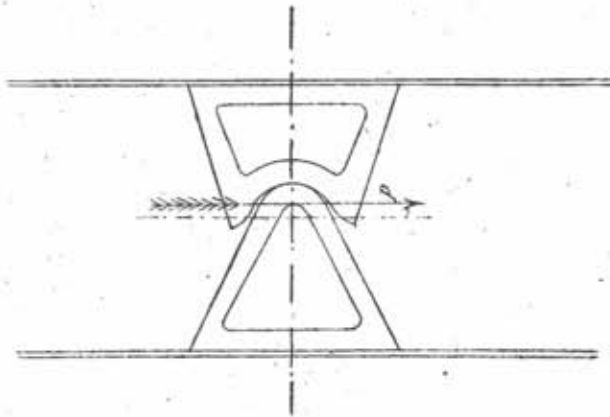


nes. Usando sin embargo, la junta de medios nudillos, desaparece esta acción puesto que la mitad superior puede hacerse en la forma de cón-



solas y obrar sobre una superficie plana, mientras que la mitad inferior ejerce una acción igual aunque en sentido opuesto.

La acción de esta junta en el momento de unirse es muy sencilla. Cada par de nudillos, obran en junto como una verdadera cuña y por



consiguiente cuando las dos secciones están separadas, por muy poco que lo estén, la cuña queda libre y descansa solo en la superficie superior ó inferior según sea el caso, é indica de este modo en que dirección se ejerce el esfuerzo, permitiendo al manipulador que está de servicio el corregirlo por medio de las válvulas. En adición á la ventaja que presenta esta forma de junta para su desarme, tiene otra no menos importante, cual es la de evitar en absoluto el peligro que suelen ofrecer todos los diques de tan gran longitud, por la aminoración en sentido de la misma de su distancia dinámica.

Es evidente en efecto que toda la resistencia longitudinal del dique, reside en el costado. La altura de este es constante; pero al aumentar su longitud, también crece el esfuerzo resultante de cualquier variación

en la potencia ascensional. Con la junta rígida no hay medio de conocer qué esfuerzo se desarrolla hasta que alguna pieza se rompe; y el verdadero motivo de la adopción de esa junta de balancín en el dique de Hamburgo, fué la falta (en realidad precipitada por un descuido) de la junta rígida del dique, empleado primitivamente. Pero con la junta de balancín que acabamos de describir, cualquier tendencia del dique á la rotura, se indica enseguida por la junta y puede ser inmediatamente rectificada por el operario de servicio.

En suma, la gran dificultad con todas las juntas rígidas está en el hecho de que no se conoce lo que pasa hasta que algo se rompe; y sabemos de más de un dique de gran longitud, que funcionan en tan deplorables condiciones. Con una junta indicatriz, la más pequeña tendencia á esfuerzos longitudinales se manifiesta enseguida por el movimiento ó abertura de las dos secciones y puede inmediatamente quedar corregida con regular las válvulas.

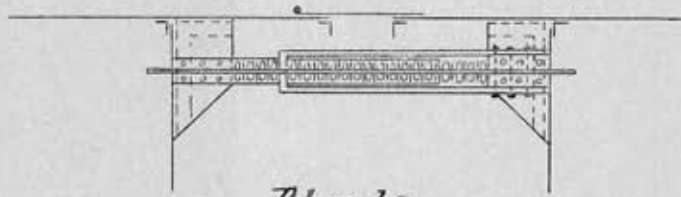
En el dique de Hamburgo, la junta consiste nuevamente en las dos series de consolas que se han descrito; pero nos proponemos introducir en el presente dique otra modificación que se adoptó en primer lugar en el caso del dique de Flensburg. Este dique tiene juntas semejantes pero de una construcción más primitiva, consistiendo solamente en unos fuertes maderos que pasan á través de una á otra sección y están enlazados con ambas por medio de cables. Con esa unión tan floja y debido también á que el costado de este dique es muy corto, sucedía á veces que el dique abría su junta repentinamente; y como en consecuencia el agua de aquel pasaba rápidamente á su extremo más bajo, se inclinaba el dique varias pulgadas antes que diese tiempo á corregirlo por las válvulas. Esta dificultad se remedió enseguida con fuertes muelles de freno colocados en la parte superior del costado. Estos muelles ó resortes están formados por una serie de discos de caucho colocados en un tubo y atravesados por un perno. De este modo y á medida que la junta se abre ó cierra aquellos se comprimen y ofrecen una resistencia, ligera en un principio, pero creciente siempre hasta elevado límite.

Estos muelles funcionan con el mejor resultado, y proponemos adoptarlos en el presente caso aumentando su número y reforzando su sección en armonía con las mayores dimensiones del dique, que, de este modo quedará preservado por completo de todo esfuerzo peligroso en sentido longitudinal. Hay necesidad, sin embargo, de preveer aquel con otros empujes no menos temibles en sentido transversal que pueden producirse por una variación del nivel líquido en el interior de las cámaras de pontonas. Dichos empujes quedan ya contrarrestados en gran parte por la indicada junta, pero á fin de precavernos más contra

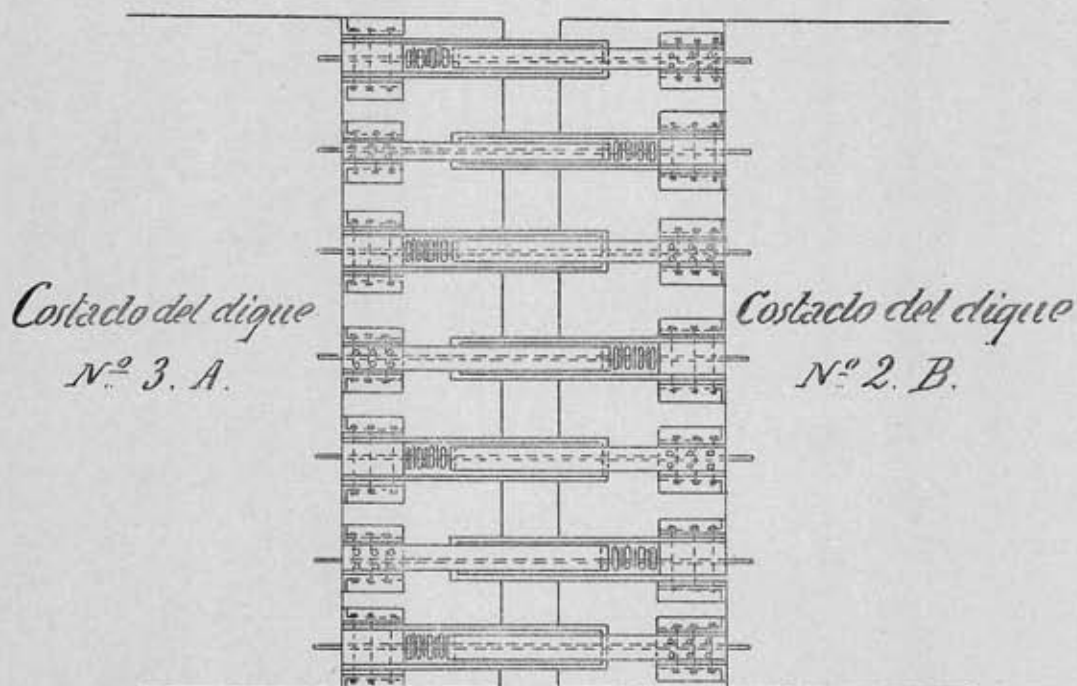
Digue de Barcelona

Resortes de union en la junta rapida.

Elevacion



Planta



Costado del dique
N.º 3. A.

Costado del dique
N.º 2. B.

Escala de $\frac{1}{4}$ " = Un pié

su acción y evitar á la vez el esfuerzo de torsión sobre los muelles, las extremidades del dique se hallan dispuestas de tal modo, que una funciona y es guiada por la otra, formando una especie de dientes de engranaje enerpuestos. Esos dientes permiten que el dique se doble libremente en el centro de las charnelas de nudillos, pero privan completamente toda torcedura fuera del plano paralelo.

Como último medio para mantener unidas una y otra sección, colocamos unos fuertes grilletes de acero al nivel mismo de la cubierta de pontonas, uno á cada lado de los frentes del dique. Estos grilletes ó eslabones forman bisagra en sus centros, y como se encuentra al mismo nivel que las juntas de nudillos, no impiden en lo más mínimo el movimiento del dique. En una sección el grillete está fijo rigidamente al costado del dique y en la otra se mantiene en fuertes mandíbulas de acero de una forma cónica á los cuales se sujeta por medio de cuñas.

La primera acción al desunir el dique ha de ser el aflojar estas cuñas. En el momento que esto se hace, las dos secciones pueden separarse ligeramente; esto deshace ó afloja la junta de nudillos. Cada sección tiene entonces un pequeño juego en todos sentidos. Un exámen instantáneo de estas cuñas indica entonces en qué dirección la sección tiende á flotar y el encargado de la maniobra, manipulando enseguida las válvulas, pone las dos secciones á un mismo nivel, en cuyo momento la junta queda libre en todos sentidos; restando entonces desprender del todo las cuñas y separar completamente los dos trozos del dique. Ni en los diques de Hamburgo ni de Flesburg se han usado estos grilletes y las dos secciones están solamente atadas por medio de cuerdas ó anillos, siendo en consecuencia mucho más perfecta, satisfactoria y precisa la disposición propuesta para el presente dique.

El sistema de simples ataderos con cuerdas dá sin embargo muy buenos resultados prácticos como lo prueban los muchos diques seccionales de la América del Norte.

Estos diques que consisten solamente en una serie de secciones cortas y tantas en número como sean necesarias según la longitud del buque, se juntan y atan solamente con cuerdas sin añadir ninguna otra forma de juntas.

Para comunicar unas con otras las secciones del dique cuando éste funciona completo, se ponen unas planchas con bisagras en la cubierta superior ó puente, en la sola amplitud del dique. Esto constituye un paso de una sección á la otra, por cuanto las secciones funcionan separadamente, se levantan estas planchas y se fijan verticalmente, formando así una baranda ó defensa en el extremo de cada sección.

En la parte exterior del dique del lado del flotador, se pone una

guía de madera sostenida por cónsolas y quedando libre del lado del dique y de los nudillos de la junta.

Contra esta guía de madera funciona la caja de guía del flotador porque como ya diremos al tratar de éste, hemos considerado recomendable ya que el dique deberá funcionar en secciones separadas durante la mayor parte del tiempo, el proponer una caja de guía extra para la sección doble del dique.

Esta viga que es de madera dura, se fija á las planchas laterales por medio de cónsolas de plancha y escuadra; y lo mismo que la viga del extremo cerrado del dique, se extiende en toda su altura del costado.

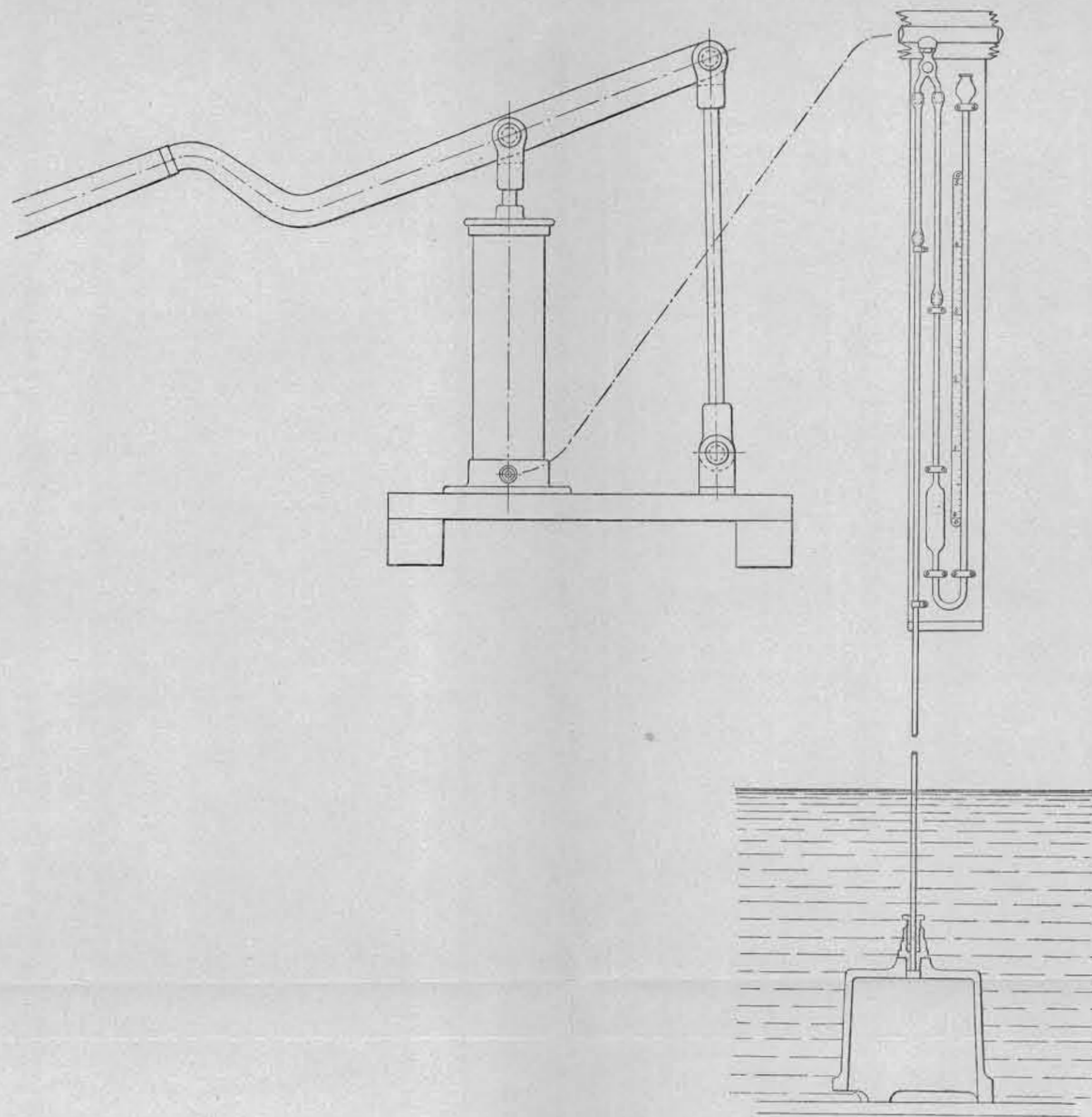
Al terminar esta descripción de la junta rápida, debemos tal vez maifestar como punto de gran importancia que todas las partes de la misma están situadas sobre la línea normal de agua del dique. El interés capital de esta disposición no puede dejar de tenerse muy en cuenta, puesto que cualquier sistema de ganchos, cuñas ó lo que sea, que se emplea debajo de la línea de agua quedará en muy breve espacio de tiempo, tan incrustados de conchas, mariscos y de hierbas, que no habrá posibilidad de un buen ajuste, exigiendo el empleo de buzos para limpiarlos continuamente.

La robustez de todos los elementos que componen esta junta es la que pueden soportar sin inconveniente alguno, esfuerzos de magnitud tal que no pueden en manera alguna desarrollarse en la práctica, como es fácil apreciar por las siguientes indicaciones.

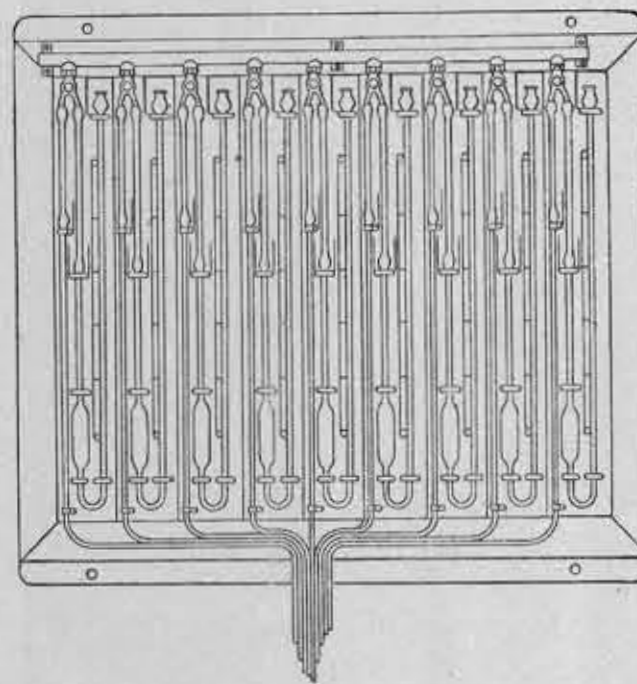
Existen doce pares de cónsolas que constituyen la articulación de nudillos, seis de los cuales se oponen al movimiento en sentido ascendente de una sección de dique con relación á la otra y otros seis al movimiento en sentido contrario, existiendo pues seis cónsolas que soportan todo el esfuerzo que se desarrolla tendiendo á producir el movimiento que las cónsolas están destinadas á evitar. Cada cónsola se halla unida al costado por medio de 20 tornillos de acero de 45 milímetros diámetro, existiendo entre las seis cónsolas una sección resis-

tente á la cortadura igual á $6 \times \pi \frac{45^2}{4} \times 20 = 190.800$ milímetros cuadrados, sección capaz de soportar una carga de 190.800 por 12 = 2.289,600 kilogramos, trabajando el limite fijado de 12 kilogramos por milímetro cuadrado. Este esfuerzo es superior á la potencia ascensional total de la sección sencilla del dique y por consiguiente superior á cualquier esfuerzo accidental que pueda desarrollarse, pues es evidente que las secciones del dique unidas por la junta rápida no pueden desarrollar una sobre otra un esfuerzo superior á la potencia ascensional de la sección sencilla.

Escala de 1:5

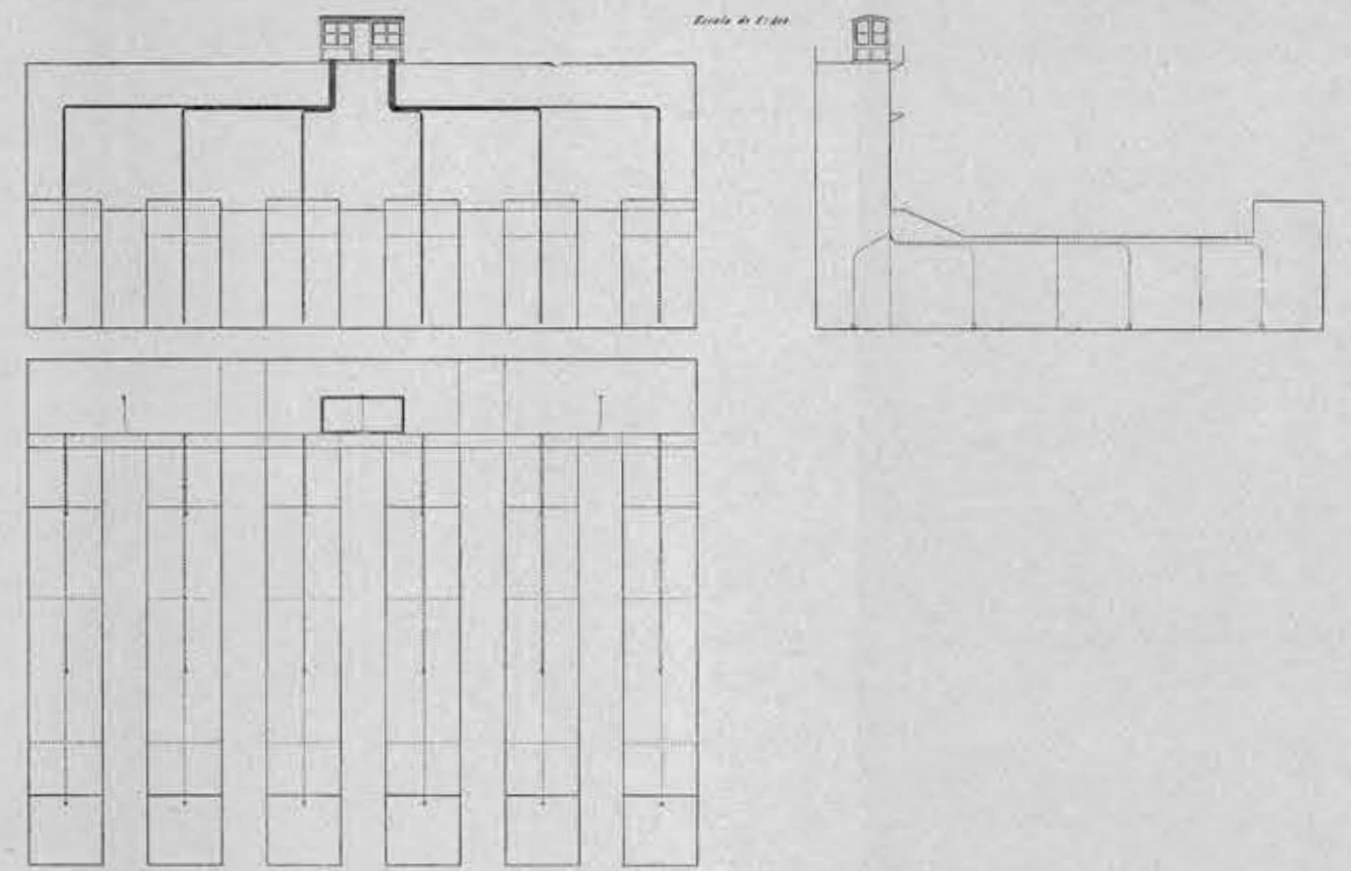


Escala de 1:10



DIQUE FLOTANTE Y DEPONENTE DEL PUERTO DE BARCELONA

Dispositivo de las aguas para medir la altura de agua de los distintos compartimentos.



Escala de 1:100

Aparato para medir las alturas de agua en los distintos compartimentos del dique

El aparato se compone de una campana situada en el centro del compartimento en el que se ha de medir la altura del agua contenida, un manómetro de sensibilidad adecuada situado en la caseta de manobras y un tubo de pequeño diámetro que pone en comunicación la campana con el manómetro.

El principio del funcionamiento del aparato no puede ser más sencillo: hallándose la campana llena de aire la presión que el agua exterior ejerce sobre el aire se transmite al manómetro, en el cual puede apreciarse.

Como consecuencia de la compresibilidad del aire, á medida que aumenta la altura del agua en el depósito ó compartimento se eleva el agua en el interior de la campana, originándose por este motivo una causa de error, que puede ser muy pequeña si el volumen de la campana es muy grande con relación al volumen del tubo. Un escape de aire, por pequeño que sea, que se produzca en el tubo de enlace entre la campana y el manómetro ó en el manómetro mismo, puede falsear considerablemente las indicaciones del aparato.

El aparato que nos ocupa era conocido y había sido aplicado en la forma que acabamos de indicar, pero su utilidad era muy pequeña y sus aplicaciones no muy numerosas por la poca confianza que podían inspirar sus indicaciones, ya que no era posible tener la seguridad de que todo se hallaba en las condiciones convenientes para que las indicaciones del manómetro correspondieran á la altura real del agua que se trataba de apreciar.

La adición de una pequeña bomba de aire que permita enviar desde el sitio de observación el volumen necesario para llenar el tubo de comunicación y la campana misma, hacen desaparecer en absoluto los inconvenientes señalados, pues una vez llenos el tubo y la campana, la presión del aire que la bomba introduce en el sistema debe ser exactamente igual á la correspondiente á la altura de agua que se trata de medir.

Llena la campana de aire al cesar la acción de la bomba, el manómetro marcará con toda exactitud la altura de agua y acusará inmediatamente cualquier escape que pudiera existir en la tubería. Si éste no existe el manómetro indica de una manera permanente la altura del agua en el depósito ó compartimento, siguiendo las variaciones que el nivel de la misma pueda experimentar, indicando con toda exactitud

la variación si el nivel baja y con el pequeño error debido á la compresibilidad del aire si el nivel sube; error que puede hacerse desaparecer actuando sobre la bomba.

Si existe alguna fuga en la tubería ó en la duda de que la indicación del manómetro corresponda con exactitud á la altura del agua, basta poner la bomba en acción para obtener con toda seguridad la indicación que se desea.

En el plano esquemático que se acompaña se halla representada la disposición adoptada en el dique.

Dadas las alturas de agua poco considerables que es necesario apreciar y con objeto de obtener la sensibilidad necesaria se han adoptado manómetros de mercurio de rama libre, pudiéndose apreciar con toda facilidad las alturas de agua con un error menor de 5 centímetros.

El dique de Barcelona es el primero en que se aplican aparatos de esta clase que son de utilidad muy grande, particularmente en la operación de depositar un buque en los careneros ó retirarlo de ellos, pues permite distribuir el agua en los diversos compartimentos en las condiciones convenientes para conservar constantemente la horizontalidad del aparato.

Su utilidad es también muy grande para apreciar cuales son los compartimentos que quedan vacíos al proceder á la emersión de un buque, con objeto de separarlos de las bombas de achique si corresponden todos á un mismo grupo que deba desaguararse simultáneamente ó para proceder á uniformar los niveles del agua si queda vacío con anticipación un compartimento determinado de un grupo en el cual la generalidad contenga todavía una altura de agua algo notable.

Con el auxilio de estos aparatos es posible obtener la seguridad de que el agua se halla uniformemente distribuída en todos los compartimentos del dique cuando se quiera proceder á separar dos secciones, consiguiéndose así que no se experimente sacudida brusca en el momento de la separación ó no se produzcan desperfectos en los elementos que realizan la unión.

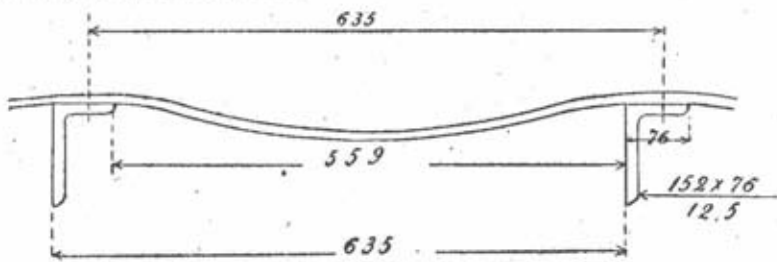
Justificación de la resistencia de los principales elementos del dique

Paredes exteriores y sus refuerzos.—La mayor presión á que podrán hallarse sometidas las paredes de las pontonas y de las cámaras del costado del dique que reciben agua en su interior, se desarrollará al hallarse el dique sumergido á la mayor profundidad, siendo igual

esta presión por unidad de superficie en un punto cualquiera á la diferencia de peso de las dos columnas de agua que actúen á cada lado de las paredes. Cuando el dique se halla á la máxima profundidad el agua interior situada á una altura más baja, es la contenida en las pontonas, actuando por consiguiente sobre las paredes de estos elementos la máxima presión. En el estudio de las alturas de elevación de las bombas, deducimos que la altura del agua en el interior de las pontonas al hallarse el dique á la máxima inmersión, es igual á $4,^m273$ por lo que resultará una presión sobre las paredes igual á

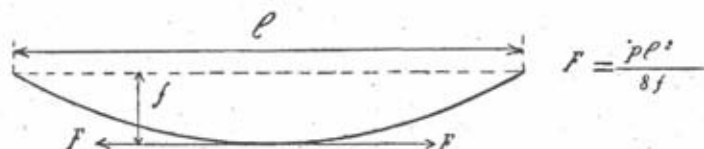
$$\frac{1}{10} 1'027 (12^m 500 - 4'273) = 0'845 \text{ kilogramos por centímetro cuadrado de superficie.}$$

Planchas.—Las planchas que forman las paredes interiores y fondo del dique, cuyo espesor es de 11 milímetros, se hallan perfectamente apoyadas á distancias regulares de $0,^m635$ sobre la cuaderna. Para determinar el coeficiente del trabajo de estas planchas, no es posible aplicar las fórmulas usuales para las planchas apoyadas ó empotradas ni es posible asimilarlas á un sólido empotrado cargado uniformemente, pues todas estas fórmulas están deducidas partiendo de la hipótesis de deformaciones despreciables al lado de las dimensiones de la sección transversal de las piezas, lo que en el caso actual no se realiza, pues la deformación que sufrirán las planchas, aún siendo muy pequeña, no es posible despreciarla al lado de la altura de la sección de la plancha, que por ser el espesor es una dimensión muy pequeña. No pudiendo aplicar á estas planchas las fórmulas aplicables á los sólidos cuya forma después de la deformación puede considerarse para el efecto del cálculo de los esfuerzos igual á la forma primitiva, partiremos de la deformación de las planchas para determinar el coeficiente de trabajo, para lo cual tomaremos una faja de plancha de una unidad de anchura y la asimilaremos á un hilo elástico cuyas secciones extremas conservan una distancia invariable. En realidad la plancha se deformará de la manera indicada en el croquis adjunto, conservándose sensiblemente invariable de posición y distancia de las secciones situadas en el plano de los extremos interiores de las cuadernas, pero para simplificar los cálculos



prescindiremos del efecto de la variabilidad del ángulo formado por secciones extremas, teniendo sólo en cuenta, como hemos dicho, la invariabilidad de distancia de estas secciones, con lo cual nos colocamos en condiciones desfavorables para las planchas. Prescindimos también del efecto de la continuidad, es decir, de la acción mútua que las diversas fajas en que pueden descomponerse las planchas se ejercen, la que también es desfavorable á su resistencia.

Llamando l la distancia entre las dos secciones invariables, s la longitud de la fibra media de la plancha después de deformado, f la flecha ó deformación en el centro y p á la carga ó presión efectiva por unidad de longitud, considerando como una parábola la forma de la fibra neutra después de la deformación, lo cual es perfectamente admisible tratándose de una faja elástica sujeta á muy pequeñas deformaciones, tendremos que la tensión total F á que se hallará sometida será igual á



La tensión varía de una manera creciente desde el centro á los extremos de la pieza, pero dada la pequeñez de la deformación puede considerarse como constante en toda la longitud é igual F , con lo cual no se cometerá error alguno apreciable.

Llamando Ω la sección de la faja el trabajo del material será igual á

$$R = \frac{p l^2}{8 j \Omega} \quad (1)$$

Para poder aplicar esta fórmula es preciso eliminar f que no conocemos á priori. Para esto basta observar que después de la deformación el incremento de longitud i de la fibra media en función de la flecha es igual á

$$i = s - l = l \left(1 - \frac{2}{3} \left(\frac{f}{2} \right)^2 \right) - l = \frac{8}{3} \frac{f^2}{l}$$

tomando para s el valor del desarrollo de un arco de parábola de radio de curvatura grande comparado con la cuerda. De la relación anterior deducimos

$$f^2 = \frac{3}{8} l i$$

valor que sustituido en la ecuación (1) después de elevarla al cuadrado la convierte en

$$R^2 = \frac{p^2 l^3}{24 i \Omega^2} \text{ ó bien } R^2 = \frac{p^2 l^3}{24 i \Omega^2}$$

Sabemos por la teoría de la tracción que la relación $\frac{i}{l}$ entre el alargamiento total y la longitud de una pieza es igual á la relación $\frac{R}{E}$ entre el trabajo del material por unidad de superficie y el coeficiente de elasticidad.

Haciendo la sustitución de estas relaciones en la ecuación anterior se obtiene.

$$R^2 = \frac{p^2 l^2}{R \Omega^2} = \frac{p^2 l^2 E}{24 R \Omega^2}$$

de la cual

$$R = \sqrt[3]{\frac{p^2 l^2 E}{24 \Omega^2}}$$

En el caso actual tomando el milímetro como unidad tenemos: $p = 0,00845$ por milímetro cuadrado, $l = 55g$, $E = 20000 \Omega = \pi^2 = 121$ resultando para R el valor

$$R = \sqrt[3]{\frac{0,0000714 \times 312481 \times 20000}{24 \times 121}} = \sqrt[3]{153,663}$$

y $R = 5,356$ kilogramos por milímetro cuadrado, cifra inferior á la fijada en el pliego de bases y que en realidad debe ser menor, pues á causa de las simplificaciones introducidas, desfavorables todas á la resistencia, resulta exagerado el resultado obtenido.

Cuadernas.—La mayor longitud libre de las cuadernas igual á $1,27$, es la distancia comprendida entre dos esfuerzos inmediatos, ya sean riostras ya ángulos de unión con las planchas de refuerzo. En esta longitud las cuadernas soportan y transmiten á los refuerzos la presión que actúa sobre una superficie rectangular cuyos lados son respectivamente las distancias que median entre dos cuadernas sucesivas y entre dos refuerzos consecutivos. La carga total que actúa sobre la longitud de cuaderna mencionada será pues igual á

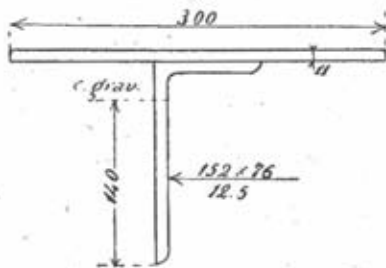
$$1,270 \times 0,0635 \times 0,0845 \times 10^4 = 6815 \text{ kilogramos.}$$

Teniendo en cuenta la continuidad de las cuadernas y la rigidez de sus uniones extremas, pueden considerarse como piezas empotradas

por sus extremos, en cuyo caso se hallarán sujetas á un movimiento máximo de flexión igual á

$$M = \frac{1}{12} 6815 \times 1'27 = 721 \text{ kilográmetros.}$$

Hallándose la cuaderna roblonada á las planchas exteriores obligará á participar de sus condiciones de trabajo á una faja de plancha, cuya anchura se aproximará mucho al espacio comprendido entre dos cuadernas. Para no colocarnos en muy favorables condiciones admitiremos que esta faja alcance sólo la mitad aproximadamente de la anchura mencionada, con lo cual la sección resistente al momento de flexión que acabamos de calcular será la indicada en el croquis del armazón, cuyo momento de inercia es



igual á $I = 0'00001250$ y cuyo menor módulo de sección es

$$\frac{I}{V} = \frac{0'00001250}{0'140} = 0'00008922$$

El máximo trabajo del material será pues igual

$$R = \frac{721}{0'00008922 \times 10^6} = 8'08 \text{ kilog.}$$

por milímetro cuadrado, cifra muy moderada tratándose de acero y que corresponde al extremo del ala larga del ángulo que no se halla debilitado por agujeros de roblones.

Planchas de refuerzo.—Las planchas de refuerzo están unidas invariablemente á las riostras á intervalos regulares de $1'270$ y se hallan sujetas en el centro de estos espacios á la presión de 6815 kilogramos que les transmiten las cuadernas. Considerando estas piezas como empotradas en los puntos de unión con las riostras se hallarán sujetas á un momento máximo de flexión igual á

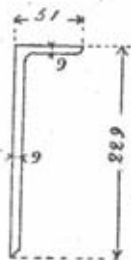
$$M = \frac{1}{8} 6815 \times 1'27 = 1081 \text{ kilográmetros.}$$

La sección adoptada tiene un módulo igual á

$$\frac{I}{V} \text{ min} = 0'0001098$$

trabajando por consiguiente el material á un coeficiente de

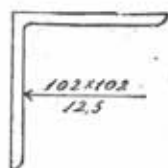
$$\frac{1081}{0'0001098 \times 10^6} = 9'85 \text{ kilogramos por milímetro cuadrado.}$$



Riostras—Las riostras se hallan entrelazadas mutuamente á distancias regulares de $1'270$ debiendo considerarse como piezas sujetas á compresión longitudinal y expuestas á alabearse. Cada riostra soporta la presión que directamente le transmite la cuaderna á

que va unida, más la que le transmite la plancha de refuerzo, hallándose pues sometida á una compresión igual á

$$2 \times 6815 = 13630 \text{ kilogramos.}$$



La sección adoptada indicada al margen tiene una superficie igual á 2394 milímetros cuadrados, trabajando por consiguiente á

$$\frac{13630}{2394} = 5.69 \text{ kilogramos por milímetro cuadrado.}$$

Aplicando la fórmula de Euler para conocer la seguridad contra la flexión por compresión obtendremos un coeficiente de seguridad igual á

$$n = 4 \frac{\pi^2 E L_c}{l^2 P} = 4 \frac{9.86 \times 20000 \times 2357.400}{1270^2 \times 13630} = 10.60$$

teniendo en cuenta que el momento de inercia I de la sección es igual á 23574 adoptando como unidad el milímetro. Este coeficiente representa una seguridad extraordinaria.

Pontonas.—Los esfuerzos de flexión más desfavorables sobre las pontonas se desarrollan en trabajo normal al elevar los buques más pesados y hallarse el piso de las pontonas al nivel del agua ó el dique flotando en cualquier posición comprendida entre aquella y la de máxima emersión. Las pontonas se hallan sometidas á la acción de su propio peso, que consideraremos como una carga uniformemente repartida, á la parte correspondiente del peso del buque y al peso del agua contenida en su interior, cargas todas que actúan de arriba abajo, y á la acción de la presión del agua exterior que actúa en sentido ascendente, cuyas cargas para la primera posición indicada alcanzan los siguientes valores.

Peso propio de la pontona ó 105000 kilogramos ó $\frac{105.000}{22.974}$ kilogramos por metro lineal. 4570.

Peso del agua contenida en el interior de las pontonas $\frac{787.6}{18}$ kilogramos por metro lineal. 1905

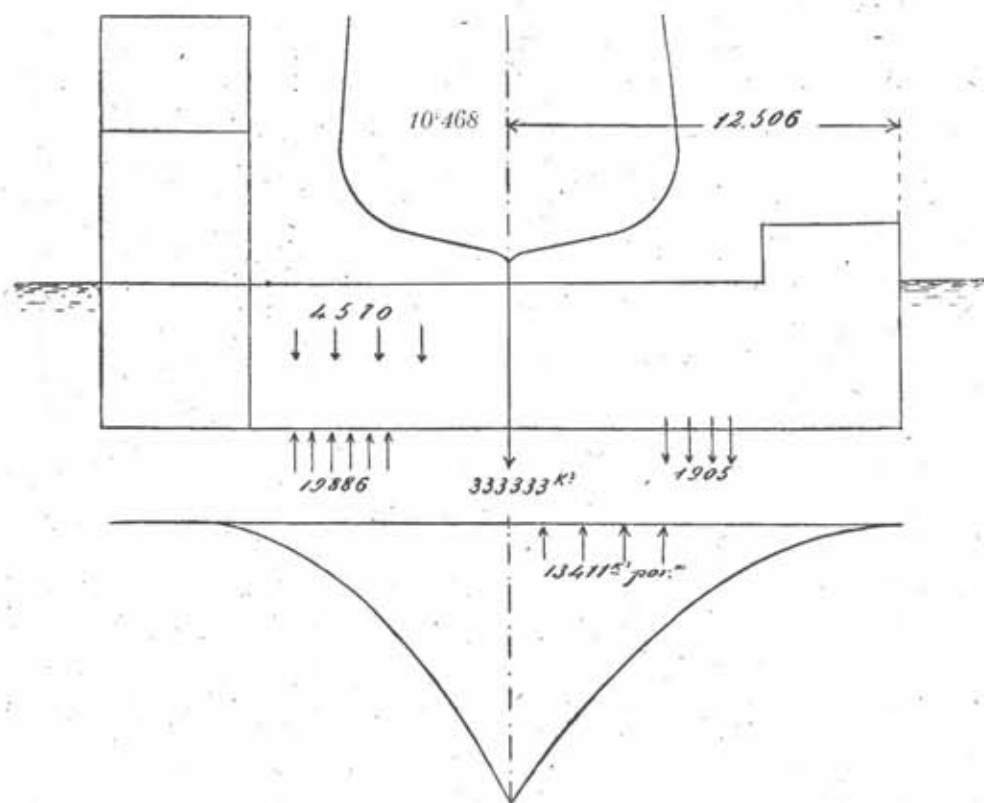
Peso del buque $\frac{6000}{18}$ 333,333 kilogramos.

Presión del agua en sentido ascendente $3.95 \times 4.902 \times 1027$ kilogramos por metro lineal. 19,886

La carga uniformemente repartida á que se hallará sometida la pontona será igual á

$$19886 - (4570 + 1905) = 13411 \text{ kilogramos por metro lineal.}$$

El adjunto croquis indica las condiciones de carga de la pontona.



El máximo momento de flexión se desarrollará en la sección situada sobre el plano vertical que pasa por el eje del buque alcanzando el valor.

$$M = \frac{I}{2} 13411 \times 12^2 506^2 = 1048740 \text{ kilográmmetros.}$$

La sección resistente de las pontonas, indicada en el adjunto croquis, tiene un módulo igual á $\frac{I}{V} = 0^3213074324$ trabajando por consiguiente el material á $\frac{1048740}{0^321307 \times 10^6} = 3^26$ kilogramos por milímetro cuadrado.

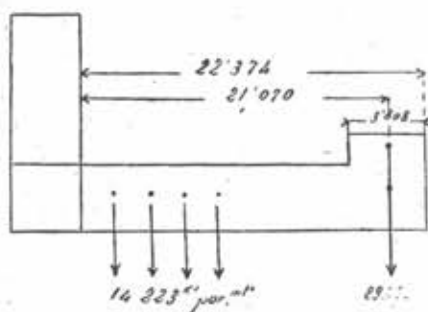
Aunque este esfuerzo es el máximo que deben soportar las pontonas en trabajo normal, hemos creído conveniente dotarlas de las debidas condiciones de resistencia contra ciertos esfuerzos anormales, que si bien sólo pueden desarrollarse en caso de accidente ó dando lu-

gar á ellos intencionadamente, cabe la posibilidad de que se realicen alguna vez en la práctica. Nos referimos al caso de hallarse una pontona sumergida sin carga exterior y con la capa mínima de agua en su interior y el caso de hallarse el dique flotando con la carga máxima, hallándose una pontona llena de agua. En ambos casos las secciones próximas á la unión con el costado se hallan sujetas á grandes esfuerzos de flexión, que vamos á calcular, de los cuales hemos partido para reforzarlas convenientemente.



1.º Pontona sumergida sin carga exterior y con la capa mínima de agua en su interior.—Las cargas que en estas condiciones actúan sobre las pontonas son su peso propio y el del agua que contienen, que actúan en sentido descendente y las fuerzas ascendentes que resultan del peso de agua desalojado por las pontonas mismas y por las cajas de aire. Estas cargas alcanzan los siguientes valores.

Peso propio de la pontona.	4,570 ks. p. m.
Peso del agua interior (capa mínima)	$\frac{452050}{18 \times 22'974} = 1,093 \text{ » » »}$
Fuerza ascensional de la pontona.	19,886 » » »
Id. id. de la caja de aire	29,350 kilogs.



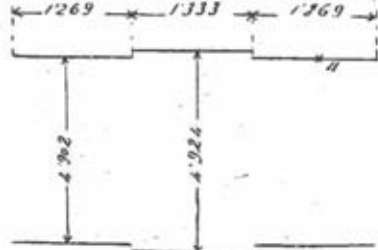
Carga uniformemente repartida por metro lineal de pontona: $19886 - (4570 + 1093) = 14223$ kilogramos. El adjunto croquis indica las condiciones de carga de la pontona.

El máximo momento de flexión se desarrolla en la sección de empotramiento alcanzando el valor

$$\frac{1}{2} 14223 \times 22'974^2 + 29350 \times 21'070 = 4371888 \text{ kilogrametros.}$$

Las secciones de las pontonas inmediatas á la de empotramiento se hallan reforzadas superior é inferiormente por una plancha de

$1'333 \times 1,^m 011$ y dos planchas de $1'269 \times 0,^m 011$ alcanzando la sección así reforzada un módulo igual



$$\frac{I}{V} = 0'5283268486$$

trabajando por consiguiente el material á un coeficiente de

$$\frac{4371888}{0'5283268486 \times 10^6} = 8'27$$

kilogramos por milímetro cuadrado.

2.º Pontona con su piso en la superficie del agua soportando la carga máxima exterior y con su interior ocupado por la capa máxima de agua.

Las cargas que actúan sobre la pontona son su peso propio, el del agua interior y el peso del buque, todas descendentes y la fuerza ascendente resultando del peso de agua desplazada.

El peso propio y la fuerza ascendente debida al desplazamiento tienen los mismos valores que anteriormente.

La máxima capa de agua que la pontona puede contener es la que corresponde á la máxima inmersión del dique, no siendo posible introducir en ella una mayor cantidad de agua aunque se quisiera porque la impedirían los tubos de salida de aire cuya boca queda cerrada por el agua misma en cuanto alcanza la máxima altura necesaria. El peso total de agua contenida en una pontona, deducida en el estudio de la estabilidad es igual á

$$\frac{7168500}{18} = 398250 \text{ kilogramos ó sea}$$

$$\frac{398250}{22'974} = 17335 \text{ kilogramos por metro lineal.}$$

La carga máxima que el dique podrá elevar en un caso como el que estudiamos, teniendo en cuenta que una pontona se halla llena de agua, será igual á 6041 toneladas ó $\frac{6041}{18} = 335611$ kilogramos, por pontona.

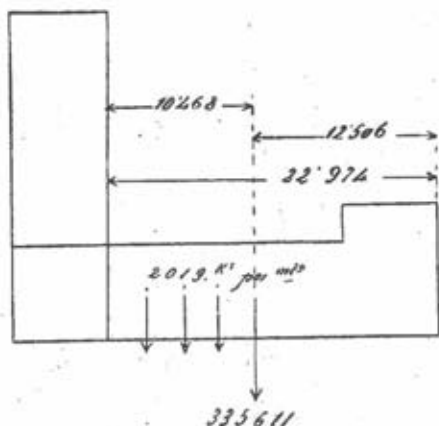
La fuerza uniformemente repartida resultante que actúa sobre la pontona será igual á

$$17335 + 4570 - 19'886 = 2019 \text{ kilogramos en sentido descendente.}$$

Las condiciones de carga en este caso se hallan indicadas en el adjunto croquis.

El máximo momento de flexión se desarrolla en la sección de empotramiento, alcanzando el valor.

$$\frac{I}{2} 2019 \times 22'974^2 + 335611 \times 10'468 = 4045994 \text{ kilográmetros.}$$



El trabajo máximo del material, teniendo en cuenta el valor del módulo de la sección reforzada, será igual á

$$\frac{4045994}{0'5283268486 \times 10^6} = 7'65$$

kilogramos por milímetro cuadrado.

Vemos que en ambos casos el trabajo del material alcanza un valor relativamente moderado, tratándose de un trabajo puramente accidental y de condiciones

que se realizarán fácilmente en la práctica. Las cifras á que hemos llegado serían perfectamente aceptables aunque se tratara de condiciones que se presentarán con frecuencia, si se tiene en cuenta que se adopta en los cálculos de puentes con destino á ferrocarriles la cifra de 8'5 kilogramos por milímetro cuadrado de sección para el hierro, como máximo, como se puede comprobar consultando la «Instrucción y Reglamento emanados del Ministerio de Obras Públicas de Francia con circular de 29 de Agosto de 1891» vigente en Francia, y que se admite en nuestro país, y tratándose de obras sujetas á trabajo frecuente y grandes trepidaciones.

Si la Junta de Obras del Puerto juzgara, por cualquier motivo, elevados estos coeficientes de trabajo, tratándose del hierro, no tendríamos el menor inconveniente en sustituir dicho material por el acero en todas aquellas partes en que el coeficiente de trabajo se elevara á cifras próximas á 8'50 kilogramos, por milímetro cuadrado, en cuyo caso el trabajo resultaría moderado, pues el acero puede hacerse trabajar sin inconveniente á 11'50 kilogramos por milímetro cuadrado.

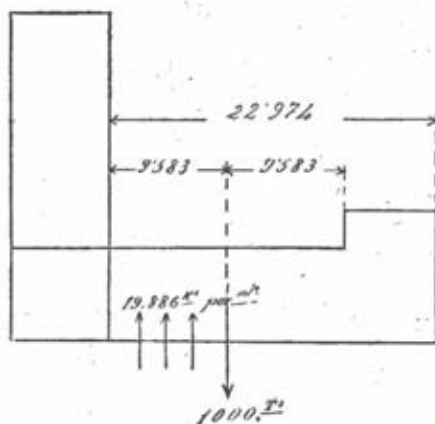
Para terminar con el estudio de la resistencia á la flexión de las pontonas, nos falta ocuparnos de la prescripción del pliego de bases relativa al cálculo de estos elementos del dique, como vigas empotradas por un extremo y sujetas á una carga de 1000 toneladas en su punto medio. Semejante condición de carga no puede presentarse en manera alguna en la práctica y sólo sería realizable preparando exprofeso las cosas, por lo que debemos creer que al fijar la Junta dicha prescripción se preocupó de dictar una medida que condujera á dotar las pontonas de la suficiente resistencia para hacer frente á esfuerzos accidentales de la importancia de los que acabamos de calcular y que de no estudiar con toda detención las condiciones de trabajo del dique podrían pasar desapercibidos. En este concepto supondremos que en la carga de 1000 toneladas se

hallan concentradas, para los efectos de la flexión, todas las cargas descendentes que pueden actuar sobre las pontonas, cuando el dique se halla cargado y que dicha carga insiste en el centro de la longitud útil de la pontona, ó sea á una distancia de $9^m,583$ del empotramiento.

Además de esta carga descendente se hallará sujeta la pontona á las fuerzas uniformemente repartidas, debidas á su desplazamiento, equivalentes á $19,886$ kilogramos por milímetro cuadrado.

El adjunto croquis representa las condiciones de carga que acabamos de enumerar.

El momento de flexión que se desarrolla, alcanza su máximo valor en la sección de empotramiento, elevándose á



$$9,583 \times 1.000000 - 19,886 \frac{22,974}{2} = 4335038$$

kilogrametros, ó sea un valor muy próximamente igual al que hemos hallado para el primer esfuerzo accidental que hemos estudiado.

Esta coincidencia de resultados nos afirma en la creencia de que hemos interpretado debidamente la prescripción fijada por la Junta en el pliego de bases.

$$\text{El trabajo del material se elevará á } \frac{4335038}{0,5283268486 \times 10^6} = 8,205$$

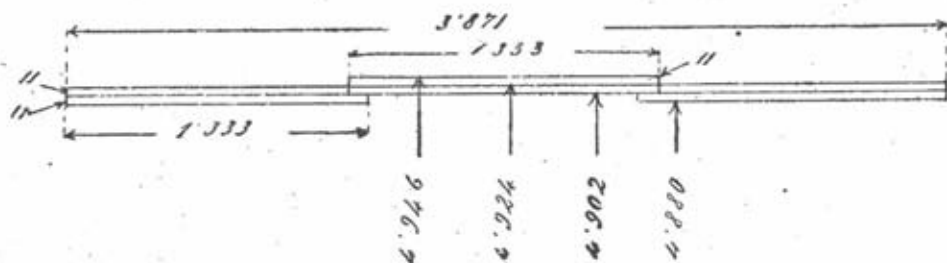
kilogramos por milímetro cuadrado.

Acompañamos un pequeño plano, en el que se hallan indicadas las curvas representativas de los diversos momentos de flexión que acabamos de estudiar y la envolvente de todas ellas, que representa los máximos momentos de flexión que pueden desarrollarse en una sección cualquiera de las pontonas. En el mismo plano se han indicado por medio de líneas azules los máximos momentos de flexión que son capaces de soportar las diversas secciones de una pontona, trabajando á $8,5$ kilogramos por milímetro cuadrado; pudiendo observarse que los momentos de resistencia son en cualquier punto superiores á los de flexión que se desarrollan. Este mismo trazado nos ha permitido determinar la longitud de las planchas de refuerzo en las secciones próximas á la unión con el costado, partiendo de la condición de que los momentos de flexión debían quedar envueltos por las líneas representativas de los momentos de resistencia.

Unión de las pontonas al costado

Como hemos descrito ya, esta unión se verifica por medio de un marco interior formado por un hierro angular, dos hierros de ángulo laterales, un hierro de ángulo superior que corre á todo lo largo del costado, un hierro de ángulo situado entre pontonas en la parte superior y por las mismas planchas de las pontonas prolongadas en la parte inferior. La unión de los ángulos superiores se verifica por medio de una doble fila de roblones de 16 m/m de diámetro y los demás ángulos se unen por una sola fila de roblones de 20 m/m diámetro definitivo. El trabajo de los roblones no alcanza los $\frac{1}{3}$ del trabajo de las planchas; cifra que se admite en los cálculos de los roblonados.

Los roblones de los ángulos superiores transmiten al costado la tensión que actúa sobre las planchas superiores. El mayor esfuerzo de tensión que se desarrolla sobre estas planchas corresponde al caso de carga que acabamos de calcular, y alcanza la cifra de $8'205$ kilogramos por milímetro cuadrado en las fibras más distantes del eje neutro. El adjunto croquis indica la disposición de estas planchas. El esfuerzo total que las mismas pueden transmitir al costado es igual á



$$3871 \times 11 \frac{8'205 \times 4913}{4946} \times 2 \times 1333 \times 11 \frac{8'205 \times 4891}{4946} \\ \times 1333 \times 11 \frac{8'205 \times 4935}{4946} = 705032 \text{ kilogs.}$$

Soportan este esfuerzo todos los roblones que unen el ángulo superior comprendido entre los centros de dos pontonas sucesivas, los comprendidos en dos mitades del ángulo inferior unido á la plancha horizontal de unión y al costado y todos los roblones del lado superior del marco interior. El número total de roblones que forman esta unión es de 394 y su superficie total resistente igual á

$$394 \times \frac{\pi}{4} \times 20^2 = 123719 \text{ milímetros cuadrados.}$$

El trabajo del material será, pues, igual

$\frac{705032}{123716} = 5'70$ kilogs. por milímetro cuadrado, cifra que no llega á los $\frac{4}{5}$ del trabajo de las planchas, igual en este caso á 8,205 kilogramos por milímetro cuadrado.

Un cálculo análogo para las demás roblonadas de la unión nos conduciría á resultados semejantes.

Roblonado de las paredes ó casco.—Todas las juntas se verifican por medio de roblones cuyo diámetro definitivo igual al diámetro del agujero es de 20 milímetros, estando espaciados á 0.^m064 (2 $\frac{1}{4}$ “) entre centros. En los puntos en que puedan desarrollarse grandes esfuerzos el roblonado es doble y los roblones de una misma fila se hallan espaciados de manera que la sección total de los roblones equivalga por lo menos á la sección útil de las planchas unidas.

El diámetro escogido para los roblones guarda relación con la doble misión que deben llenar en esta clase de trabajos, esto es, proporcionar á las uniones la conveniente resistencia é impermeabilidad, y se halla en armonía con la práctica de esta clase de construcciones y con la construcción de buques.

Brazos del paralelogramo.—El máximo momento de estabilidad que el flotador puede transmitir al dique por medio de los brazos del paralelogramo hemos visto que era igual á 5313 kilográmetros, de los cuales corresponden

$$1000 \frac{5313}{12} = 442'750 \text{ kilográmetros á cada brazo.}$$

Hallándose las articulaciones separadas á 8^m687 el valor de la proyección horizontal de la fuerza que actúa sobre los brazos de los paralelogramos será igual á

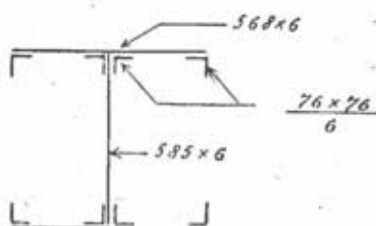
$$\frac{442750}{8'687} = 50967 \text{ kilogramos.}$$

La máxima tensión ó compresión que puede actuar sobre estos brazos se desarrollará cuando formen el mayor ángulo posible con la horizontal, lo que se verifica en la máxima emersión. En esta posición, el ángulo que forman los brazos con la horizontal es de 19° resultando el esfuerzo que actúa sobre los brazos el valor

$$\frac{50967}{\cos 19^\circ} = \frac{50967}{0'94552} = 53904 \text{ kilograms.}$$

La sección de los brazos indicada al margen tiene una superficie

de 20844 milímetros cuadrados, trabajando por consiguiente á un coeficiente de



$$\frac{53.904}{20844} = 2.586$$

kilogramos por milímetro cuadrado.

Considerando los brazos como piezas sujetas á la flexión por compresión, serían capaces de resistir antes de deformarse una composición de

$$P = \frac{\pi^2 EE}{12} = 9.87 \frac{20000 \times 10^6 \times 0.004125}{12.192^2} = 547800$$

kilogramos, siendo su momento de inercia $I = 0.004125$ y su longitud entre centros de articulaciones $l = 12.192$, trabajando por consiguiente estas vigas sólo á

$$\frac{53904}{547800} = \frac{1}{10.16}$$

de la carga que podría acarrear su deformación.

Potencia ascensional del dique

Fija el pliego de bases que la potencia ascensional del dique será de 6000 toneladas, obtenida sólo por efecto de la fuerza de flotación de las pontonas. Esta potencia ascensional es la potencia nominal del dique, pues la potencia real ó efectiva de ascensión es mayor á causa de la flotabilidad del costado.

El desplazamiento total de las pontonas ó sea su potencia ascensional bruta es igual á

$$18 (22.974 \times 3.950 \times 4.902) 1.027 = 8223 \text{ toneladas, suponiendo que el piso de las mismas se halle al nivel del mar.}$$

El peso propio de las pontonas es igual á 18 pontonas á 105 toneladas una, igual á 1890 toneladas, quedando pues para potencia ascensional disponible de las mismas $8223 - 1890 = 6333$ toneladas, ó sea un excedente de $6333 - 6000 = 333$ toneladas sobre el fijado en el pliego de bases, excedente que unido á la flotabilidad del costado nos permitirá contar con la capa de agua que en la práctica debe dejarse en el fondo de los compartimientos y obtener que la cubierta de las pontonas sobresalga del nivel del agua.

La potencia ascensional bruta total del dique es la siguiente

Pontonas.	8223 toneladas
Costado ($109'459 \times 3'95 \times 4'02$) 1027 .	<u>2177 »</u>
Total.	10.400 toneladas.

Los pesos que el dique debe elevar independientemente del buque se componen de

Pontonas.	1890 toneladas
Costado.	1486 »
Agua en las calderas, carbón etc.	<u>44 »</u>
formando un total de	3420 toneladas

Queda pues disponible una potencia ascensional total de
 $10400 - 3420 = 6980$ toneladas
 ó un excedente de

$6980 - 6000 = 980$ toneladas sobre la potencia ascensional fijada en el pliego de bases.

A primera vista podría parecer enorme un sobrante de 980 toneladas, ó sea un 16'3 p% de la potencia ascensional, y que para el caso de un dique flotante ordinario sería innecesaria, no dándola nosotros á ninguno de los que construimos. En el caso de un dique deponente debe tenerse en cuenta que las pontonas conviene que se eleven á una pequeña altura sobre el nivel del mar para facilitar la colocación del dique en las gradas y tener en cuenta las variaciones (aunque pequeñas) del nivel del mar con relación á la superficie de las gradas, pues en el caso de que este nivel baje es preciso levantar los buques á mayor altura para poderlos depositar. Además, es preciso poder compensar las pequeñas diferencias de colocación del buque con relación al centro de aplicación de las fuerzas ascensionales, que obligan á dejar en los compartimentos extremos pequeñas cantidades de agua para conseguir la horizontalidad del dique. El exceso de 980 toneladas de potencia ascensional representa una altura media de agua en el interior del dique igual á $\frac{980}{1'027 \times 2090} = 0'456$ m teniendo en cuenta que la superficie de la sección horizontal del conjunto de las cámaras receptoras del dique es igual á 2090 metros cuadrados.

Parte de esta altura de agua representa la capa de agua uniforme que queda por lo general en el fondo de todos los compartimentos y que no es fácil de agotar por los medios ordinarios y cuya altura es aproximadamente de 0'150 según hemos tenido ocasión de comprobar repetidas veces en la práctica. El excedente de altura $0'450 - 0'150 = 0'300$ representa la altura que pueden sobresalir del agua las pontonas, ó bien el volumen de agua que puede dejarse en exceso en los compartimentos extremos para compensar los errores de colocación del buque y obtener la horizontalidad del dique.

Las anteriores indicaciones demuestran las grandísimas dificultades de maniobra que presentará el dique que proponemos, permitiendo dejar en los compartimentos una capa de agua de $0,^m150$ altura y pudiendo hacer salir las pontonas $0,^m300$ del nivel libre del agua.

En resumen las diferentes potencias ascensionales del dique son:

Nominal en bruto. 6333 toneladas

Nominal neto teniendo en las pontonas una altura de agua de $0,^m150$ 6081 toneladas

Efectiva ó total en bruto. 6980 toneladas

Efectiva en neto y en disposición de depositar buques con una altura de $0,^m150$ de agua en las cámaras receptoras y sobresaliendo la cubierta de las pontonas $0,^m300$ del agua. . . . 6000 toneladas.

Cálculo de la cantidad de agua que debe extraerse del dique durante la emersión de un buque de 6000 toneladas y del trabajo de las máquinas.

Al hacer el estudio de la estabilidad del dique cargado hemos calculado para cada altura de inmersión el peso total del agua contenida en el interior del dique y los pesos parciales de la contenida en las pontonas y en el costado del dique. Dividiendo los volúmenes correspondientes á estos pesos de agua por el área de la sección horizontal de las cámaras receptoras de las pontonas ó del costado, obtendremos la altura del agua en cada una de estas partes del dique para la altura de inmersión correspondiente.

La altura de elevación útil ó teórica correspondiente á cada uno de los volúmenes parciales de agua es igual á la altura que media desde el nivel del agua interior al nivel del mar ó sea la diferencia entre las alturas de inmersión y las del agua interior, referidas todas á un mismo plano de comparación, habiendo nosotros tomado como tal el plano inferior del dique, lo mismo que en el estudio de la estabilidad. Si el agua contenida en las pontonas y la contenida en el costado estuviesen siempre al mismo nivel, la altura de elevación útil de las bombas sería, como es natural, la correspondiente á cualquiera de los dos volúmenes de agua y no presentaría dificultad alguna la apreciación de esta altura. Pero es fácil convencerse, haciendo el cálculo que hemos indicado, de que la altura del agua en el costado es superior siempre á la altura del agua contenida en las pontonas, haciéndose preciso averi-

guar cual será la altura de elevación de las bombas en el caso de extraer simultáneamente el agua de ambas partes principales del dique, pues en el caso de que la extracción no fuese simultánea no hay duda que la altura de elevación de las bombas sería en cada caso la correspondiente al agua contenida en el espacio que se agotara. El problema queda reducido al caso de una ó varias bombas comunicadas que toman simultáneamente y por medio de una tubería común el agua de dos depósitos distintos cuyos niveles, sometidos á la presión atmosférica, se hallan á diferente altura, debiendo verterla á una misma altura. Si la tubería común que recibe el agua de los dos depósitos se halla á un nivel más bajo que la superficie del agua del depósito inferior, para que el agua de este depósito penetre en la tubería es preciso que la presión que en la misma tiene no sea superior á la presión atmosférica, aumentada de la correspondiente á la diferencia de niveles entre el depósito inferior y la tubería, pues de lo contrario, en lugar de pasar el agua del depósito á la tubería se verificaría un movimiento inverso. Por igual motivo si la tubería común se halla á un nivel más elevado que la superficie del agua del depósito inferior la presión en la tubería debe, como máximo, ser igual á la presión atmosférica disminuída de la presión correspondiente á la diferencia de niveles entre el depósito inferior y la tubería. En cualquiera de los dos casos el agua del depósito superior hallaría fácil acceso á la tubería común, pues la presión que tendería á hacer penetrar el agua en la tubería sería la misma que para el depósito inferior aumentada de la correspondiente á la diferencia de alturas entre los niveles del agua en ambos depósitos. Los volúmenes de agua que de cada depósito pasarían á la tubería común y por consiguiente á las bombas, dependerían de la presión que reinara en la tubería común y de las resistencias al movimiento que el agua encontrara en las tuberías particulares que la condujeran á la común, siendo posible variar la relación de volúmenes de líquido extraído de ambos depósitos variando las resistencias al movimiento en uno ó en ambos sistemas de tuberías particulares. Como las bombas toman el agua de la tubería común, la altura de elevación de las mismas depende de la presión en dicha tubería, la cual es independiente, por lo que acabamos de decir, de la altura del agua en el depósito superior, guardando sólo relación con la altura del agua en el depósito inferior, siendo pues ésta la que permite apreciar la altura teórica de elevación de las bombas.

Como en el caso de nuestro dique deben extraerse de cada sistema de compartimentos volúmenes determinados de agua que guarden entre sí cierta relación, para mantener la horizontalidad será preciso regular el acceso de agua del costado á la tubería general por medio de la conveniente abertura de las llaves de paso, gastándose en resisten-

cias al movimiento el exceso de carga con que el agua tendería á penetrar en la tubería general, en la cual la presión no puede ser más elevada que la que corresponde á la posibilidad de la salida del conveniente volumen de agua de las pontonas, teniendo en cuenta la posición del nivel del agua en su interior y las resistencias propias de las tuberías particulares de esta parte del dique.

La altura teórica de elevación de las bombas, en el caso de extraer simultáneamente el agua del costado y de las pontonas, será pues igual á la distancia entre el nivel del agua en el interior de éstas y el nivel del mar. Para calcular el trabajo de elevación debe añadirse á esta altura la correspondiente á las resistencias al movimiento del agua en el interior de la tubería principal y de las tuberías particulares de las pontonas y para ciertas alturas de inmersión parte de la resistencia que ofrecen las tuberías del costado, que se reducirán á cero para la casi totalidad de las posiciones, pues quedan vencidas con creces por el exceso de carga que representa la mayor altura del agua en el costado.

Para el cálculo del trabajo de elevación debe tenerse además en cuenta el tiempo que debe invertirse en desalojar el peso de agua contenido en el interior del dique. Fija el pliego de bases que una operación completa de sumergir el dique y emergerlo con un buque del peso máximo no debe tener una duración superior á dos horas. Admitiremos nosotros, y así nos lo ha demostrado la experiencia, que para sumergir el dique no se llega á emplear el tercio del tiempo total destinado á la operación completa, por lo que asignaremos á la extracción del agua un tiempo de $\frac{2}{3} 120 = 80$ minutos.

Cuando el dique se halla á la máxima inmersión ($12^m,500$) el peso de agua interior es igual á $10,637^5$ toneladas y cuando se halla flotando con el piso de pontonas á $0^m,200$ encima la superficie del agua dicho peso es igual á 555^95 toneladas, debiendo pues extraerse un peso igual á

$10,637^5 - 555^95 = 10,081^55$ toneladas, lo que representa una extracción total media por segundo igual á

$$\frac{10081^55}{60 \times 80} = 2,100 \text{ toneladas } \acute{o}$$

sea un peso de

$$\frac{2100}{6} = 350 \text{ kilogramos por segundo y por bomba; teniendo en}$$

cuenta que existen seis bombas de extracción. Conociendo el volúmen medio de extracción por segundo, nos será fácil determinar el tiempo que se tardará en pasar de una profundidad de inmersión á otra inmediata. Bastará dividir la diferencia entre los pesos del agua interior

correspondientes á ambas posiciones, por el volumen medio que debe extraerse por segundo.

Hemos formado el adjunto cuadro en el cual se indican los principales resultados relativos al cálculo de las alturas de elevación de las bombas y de los tiempos empleados en conseguir una altura de inmersión determinada.

Alturas de inmersión	Peso total del agua contenida en el dique	Peso total del agua contenida en las pontonas	Altura del agua en las pontonas	Peso del agua contenida en el costado	Altura del agua en el costado	Altura de elevación de las bombas	Peso del agua que deben desalojar las bombas	Tiempo empleado en la extracción del agua
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Metros	Toneladas	Toneladas	Metros	Toneladas	Metros	Metros	Toneladas	Segundo
12'500	10,637'5	7,168'6	4'273	3,468'9	9'728	2'772	10,081'55	0
12'002	10,416'5	7,168'6	4'273	3,247'9	9'072	{ 2'930 7'729	9,860'55	205
11'602	9,682'8	6,654'9	3'967	3,023'9	—	7'635	9,126'85	455
10'802	8,238'1	5,647'9	3'367	2,530'0	—	7'435	7,682'15	1,142
10'002	6,834'5	4,678'9	2'789	2,155'1	—	7'213	6,278'55	1,811
9'718	6,350'4	4,345'7	2'590	2,004'7	—	7'128	5,794'45	2,041
9'202	5,523'0	3,767'20	2'246	—	—	6'956	4,967'05	2,435
8'402	4,323'8	2,944'0	1'755	—	—	6'647	3,767'85	3,006
7'602	3,275'7	2,260'3	1'347	—	—	6'255	2,719'75	3,505
6'802	2,460'6	1,792'2	1'068	—	—	5'734	1,904'65	3,893
6'002	1,795'9	1,326'7	0'791	—	—	5'211	1,239'95	4,210
5'207	1,317'3	1,032'2	0'615	—	—	4'592	761'35	4,438
4'902	980'3	787'6	0'469	—	—	4'402	424'35	4,598
4'702	555'95	452'05	0'269	103'90	0'229	4'433	—	4,800

Los números de las columnas 2, 3 y 5 los hemos tomado de los cuadros relativos al cálculo de la estabilidad.

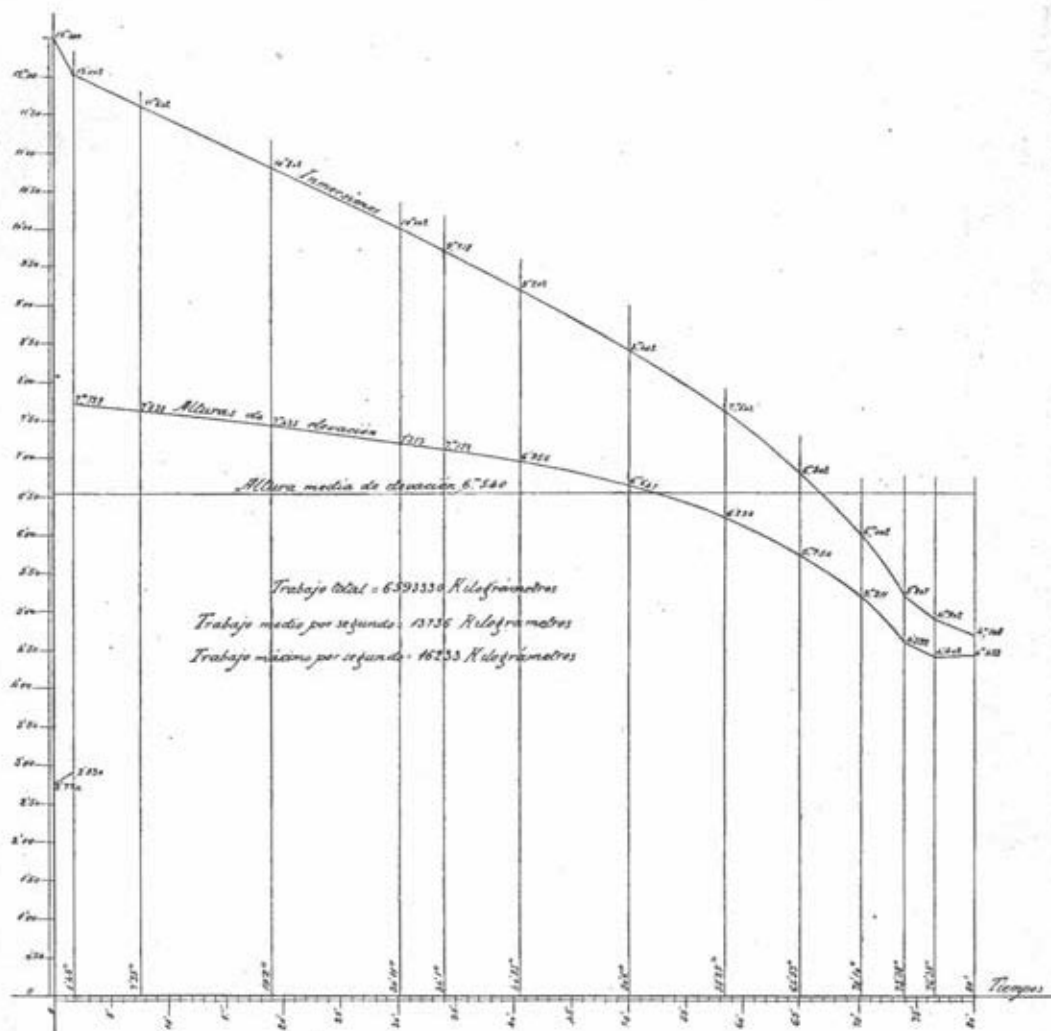
Los números de la columna 4 son el resultado de dividir los de la columna 3 por el producto $1'027 \times 1633'45$ de la densidad del agua por la superficie horizontal de las pontonas.

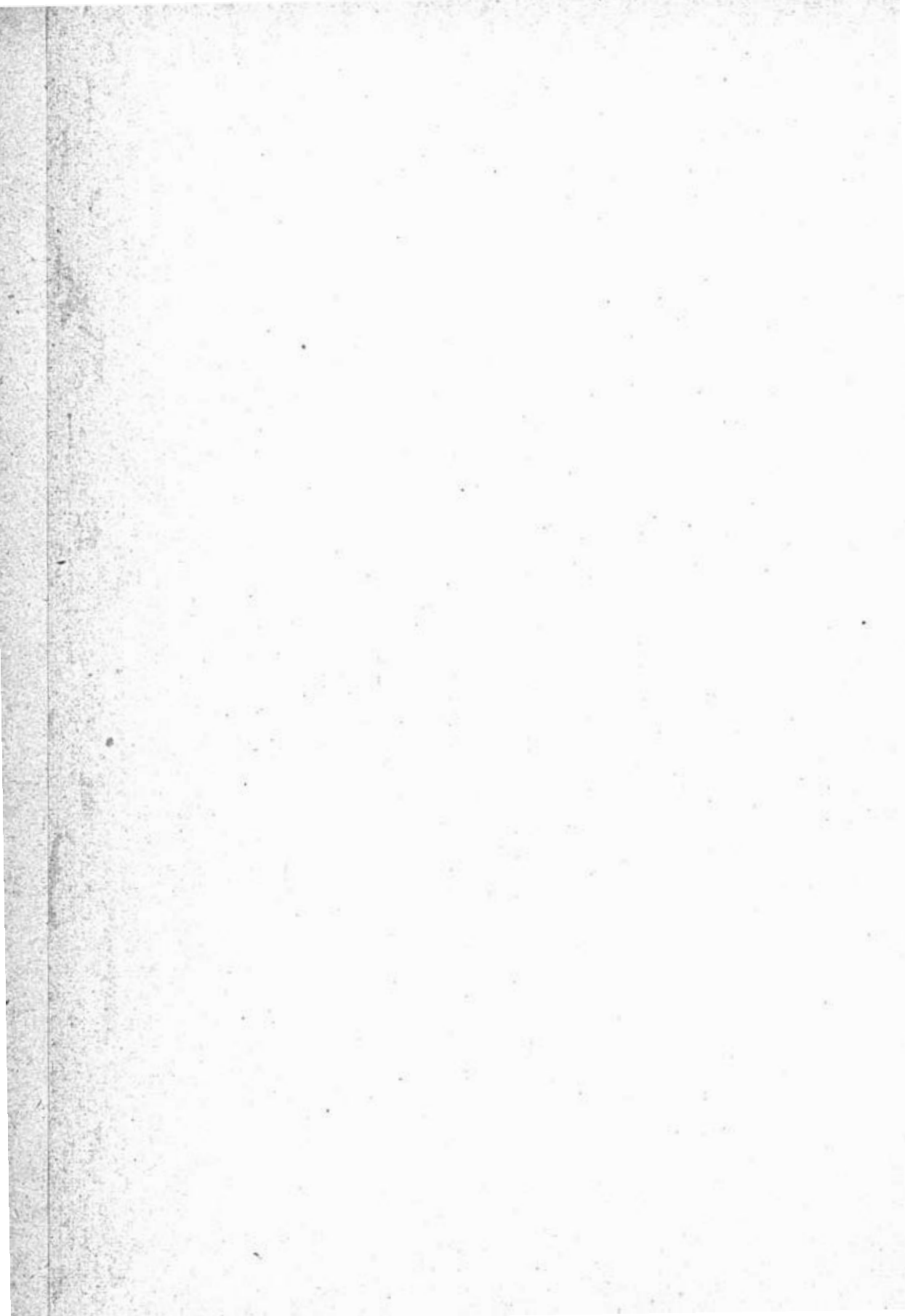
Los números de la columna 6 se han obtenido de una manera idéntica que los anteriores, pero teniendo en cuenta la variabilidad de las superficies horizontales de las cámaras receptoras del costado.

Los números de la columna 7 son la diferencia entre los de la columna 1 y los de la columna 4 cuando el dique lleva el buque y los de

Digue de Barcelona

Alturas de elevacion de las bombas





la columna 6 para las posiciones anteriores á tener el buque solidario en el dique.

Los de la columna 8 resultan de restar de los de la columna 7 el peso de 555'95 toneladas que quedan en el dique en la última posición y los de la columna 9 son el resultado de dividir los de la anterior por el volumen elevado por segundo, restando el cociente del tiempo total que debe emplearse en la extracción del agua.

Los resultados que figuran en el cuadro anterior se han representado en el trazado gráfico que acompañamos, en el cual las abscisas son proporcionales á los tiempos ó á los pesos de agua extraídos y los ordenados representan las alturas de inmersión en una de las curvas y las alturas de elevación de las bombas en la otra curva.

La mayor altura de elevación corresponde al instante de empezar la inmersión del buque, alcanzando el valor 7^m,729.

El trabajo útil máximo de elevación será igual á

$$350 \times 7^m 729 = 2,705 \text{ kilográmetros por bomba ó sean} \\ \frac{2705}{7'5} = 36'07 \text{ caballos.}$$

La altura media de elevación deducida del diagrama que acompañamos por medio del planimetro es igual á 6^m,540, resultando para el trabajo medio de elevación por bomba la cifra

$$350 \times 6'5400 = 2,289 \text{ kilográmetros ó} \\ \frac{2289}{75} = 30'5 \text{ caballos.}$$

Admitiendo un rendimiento de 0'78 en la máquina de vapor y una pérdida de 10 por 100 de trabajo debido á las diversas resistencias de la bomba y teniendo en cuenta las resistencias que las tuberías ofrecen al paso del agua, el trabajo indicado que por término medio deberá la máquina desarrollar será igual aproximadamente á 63 caballos indicados, valor que hemos adoptado para la potencia de nuestras máquinas.

Estabilidad del dique

El estudio de la estabilidad del dique tiene excepcional importancia en esta clase de construcciones, pues la seguridad de los buques que se elevan depende de haber sabido dotar el sistema de una estabilidad suficiente en cualquier posición que pueda ocupar. Por esto hemos dedicado á este estudio toda la atención que se merece y hemos tratado de poner en evidencia las holgadas condiciones de estabilidad que presenta el dique que proponemos.

Al hacer el estudio completo de la estabilidad hay que considerar la estabilidad longitudinal ó paralelamente al costado del dique ó al eje del buque y la estabilidad transversal ó paralela al eje de las pontonas. Se comprende á priori que la primera es muy grande en esta clase de diques, pues teniendo la parte del costado que sobresale del agua tanta longitud como el dique mismo ó aproximadamente la misma que el buque que emerge, se desarrollan momentos de estabilidad de extraordinaria importancia, por pequeñas que sean las oscilaciones que experimente el sistema; mientras que los momentos que tienden á conservar ó á aumentar las inclinaciones alcanzan valores muy pequeños á causa de la poca importancia del radio del centro de gravedad del sistema con relación al eje de giro, situado muy próximamente en el centro de la longitud del dique. Creemos de pequeño interés la justificación de la estabilidad longitudinal y prescindiremos completamente de ella.

La estabilidad transversal que es la verdaderamente importante en los diques de esta clase, varía según la posición que ocupa el dique y es muy distinta en cada uno de los dos casos principales en que el dique puede encontrarse, esto es, flotando él solo sin buque ó flotando cargado con un buque. A pesar de esta variabilidad, bastará deducir las condiciones de estabilidad para una posición cualquiera del dique cargado con un buque, para pasar de aquéllas sin dificultad á las correspondientes á cualquier otra posición, con ó sin buque, introduciendo en cada caso en el problema los valores particulares de los diversos elementos en la posición que se estudie ó haciendo iguales á cero los elementos que dependen del buque en el caso de flotar el dique solo.

Las condiciones de estabilidad de un dique de esta clase no defieren de las de un cuerpo flotante cualquiera con carga líquida interior más que en la existencia de un flotador dotado de estabilidad propia muy grande, que se ve obligado á tomar exactamente las mismas desviaciones angulares que toma el dique y que reacciona sobre éste, contribuyendo con sus momentos propios de estabilidad á aumentar la estabilidad del sistema ó dársela en caso de carecer de ella.

Para deducir las condiciones de estabilidad, imaginemos que el dique, á partir de una posición de equilibrio cualquiera, experimenta una desviación angular cuya importancia es arbitraria. Para esta desviación calcularemos los momentos de las fuerzas que tienden á volver el dique á su primitiva posición de equilibrio y los de las fuerzas que tienden á conservar ó aumentar las inclinaciones: deduciremos luego la condición para que los primeros momentos sean superiores á los segundos; con lo cual se hallará asegurada la estabilidad y de esta condición deduciremos las relaciones que deben existir entre los diversos elementos del dique que influyen en la estabilidad.

La oscilación del dique deberá verificarse al rededor de un eje paralelo al costado, que se proyecta en el punto O en el dibujo que acompañamos, situado de tal manera que los volúmenes de buque y dique que emerjan del agua, sean exactamente iguales á los de buque y dique que inmerjan, pues de otra manera variaría el desplazamiento total del sistema, que debemos suponer constante para una posición dada, puesto que el peso del sistema permanece invariable. Si admitimos que la oscilación del sistema es suficientemente pequeña para que puedan tomarse como iguales el arco, el seno y la tangente del ángulo de oscilación que llamaremos O, el eje de giro pasará por el centro de gravedad de la superficie de flotación ó sea de la superficie interceptada por la superficie del mar sobre el sistema flotante. Al efectuar el dique la oscilación O el flotador, que se halla unido al dique por medio de un paralelogramo articulado, experimentará una desviación angular de igual amplitud, conservándose constante el volumen desplazado por el mismo, ya que no varía su peso y le permite el paralelogramo todos los movimientos verticales. Actuarán también sobre el flotador fuerzas que tiendan á volverlo á su primitiva posición de equilibrio y otras que tiendan á conservar ó aumentar su inclinación: la suma algébrica de los momentos de estas fuerzas representará el momento que será de estabilidad, con que el flotador por el intermedio de los paralelogramos reacciona sobre el dique. Dada la forma de unión entre el dique y el flotador podemos estudiar separadamente los momentos de las fuerzas que actúan sobre ambos elementos y efectuar luego la suma algébrica de los momentos resultantes para tener el momento general de estabilidad ó inestabilidad del sistema.

Empezando por el dique y considerando una oscilación de izquierda á derecha, vemos que después de la oscilación ha emergido un volumen de costado proyectado en a. b. c. d. y un volumen de buque proyectado en d. e. f. y se ha inmergido un volumen de buque proyectado en o. g. h., cuyos volúmenes de emersión é inmersión deben ser iguales. El agua interior que primitivamente tenía sus superficies paralelas á la del mar, y ocupaba una altura uniforme en cada una de las cámaras receptoras, continuará conservando su superficie paralela á la del mar, pero ocupará alturas variables dentro cada cámara acumulándose del lado á que se haya inclinado el dique.

El centro de gravedad de todo el sistema de pesos, comprendida el agua interior y el centro de presión general del sistema, se hallaban sobre una misma vertical en la posición primitiva de equilibrio. Para la nueva posición que ha tomado el dique habrán variado las posiciones de ambos centros, no sólo con relación el uno del otro sino con relación al sistema, pero podemos prescindir del conocimiento de las

nuevas posiciones que hayan tomado procediendo de la siguiente manera:

Consideremos el volumen del sistema que ha salido del agua, descompuesto en una serie de prismas verticales de base sumamente pequeña y supongamos aplicadas á cada uno de estos pequeños prismas, dos fuerzas verticales iguales y contrarias, y cuya intensidad sea igual al peso de un volumen de agua del mar igual al volumen de los mismos. Con la introducción de estas fuerzas no alteramos para nada el equilibrio del sistema, que se hallará sometido á las mismas fuerzas que en la posición primitiva, más las fuerzas verticales descendentes que hemos introducido actuando sobre los elementos que han salido del agua, más las fuerzas verticales ascendentes que actúan sobre los elementos que se han sumergido y cuya intensidad es igual al peso del volumen de agua desalojado por los mismos. Las fuerzas verticales ascendentes, debidas á la presión del agua sobre todos los elementos del sistema á excepción del nuevo volumen o. g. h. inmerso, más las fuerzas ascendentes aplicadas al volumen emergido, tienen una resultante cuyo punto de aplicación coincide indudablemente con el centro de presión del sistema en su posición primitiva. Podemos pues suponer el sistema sometido, entre otras fuerzas, á una fuerza vertical ascendente igual á la resultante de las presiones del agua sobre todos los elementos del sistema á excepción del nuevo volumen inmerso y de las fuerzas ascendentes introducidas actuando sobre los elementos que han salido del agua, y cuya intensidad será igual á la presión ó empuje vertical del agua sobre el sistema en su posición primitiva y cuyo punto de aplicación es el mismo centro de presión primitivo, que después de la oscilación se ha trasladado al punto 2'. Actuarán además las fuerzas verticales descendentes que hemos introducido aplicadas al volumen que ha salido del agua, las fuerzas verticales ascendentes aplicadas al nuevo volumen sumergido y el peso de todo el sistema que actuará sobre el nuevo centro de gravedad que habrá resultado á causa de la traslación del agua interior.

Tracemos en cada cámara que contiene agua la superficie primitiva de la misma, obteniendo así los espacios nuevamente ocupados por el agua y los que se han quedado sin ella y consideremos los prismas triangulares que se forman en el espacio abandonado por el agua descompuestos en una serie de pequeños prismas verticales de base ω . Si á cada pequeño prisma aplicamos dos fuerzas verticales iguales y de sentido contrario, de intensidad igual al peso del prisma, no alteraremos en nada el equilibrio. Las fuerzas descendentes nuevamente introducidas y el peso del agua, á excepción de la contenida en el espacio nuevamente ocupado por la misma, tienen una resultante igual al peso de todo el

volumen de agua considerado, cuyo punto de aplicación será el mismo centro de gravedad primitivo del agua. Podemos, pues, sin alterar el equilibrio, sustituir cada volumen parcial de agua después de la oscilación por una fuerza igual al peso del agua considerada aplicada en el centro de gravedad primitivo y por un sistema de fuerzas ascendentes actuando sobre los volúmenes de los espacios abandonados por el agua y otro sistema de fuerzas descendentes aplicadas á los volúmenes nuevamente ocupados por el agua y cuya intensidad en ambos sistemas sea igual al peso del volumen correspondiente.

Pasando de los volúmenes parciales al conjunto del sistema, vemos que podemos sustituir el peso del mismo aplicado al nuevo centro de gravedad resultante por una fuerza vertical aplicada al centro de gravedad primitivo, que habrá pasado á la posición P' cuya intensidad sea el igual al peso del sistema, y por el sistema de fuerzas ascendentes y descendentes que hemos indicado actuando sobre cada uno de los volúmenes parciales.

Conocidas ya las fuerzas y sus puntos de aplicación respectivos, fácil nos será determinar los momentos de las mismas, con relación á un eje cualquiera. Tomaremos como positivos los momentos de las fuerzas que tienden á volver el dique á su posición primitiva. Para la oscilación considerada, estas fuerzas son las descendentes aplicadas á los elementos que han salido del agua y las ascendentes aplicadas al nuevo volumen inmerso. Estos dos sistemas de fuerzas dan lugar á un par resultante, cuyo eje se proyecta en O .

Los momentos que tienden á conservar ó aumentar las oscilaciones resultan de las dos fuerzas iguales y contrarias, aplicadas á los puntos $2'$ y P' (suponiendo como se realiza en la generalidad de los casos que P' se halla encima de $2'$) que constituyen otro par, y de los momentos de la serie de pares debidos á las fuerzas ascendentes y descendentes que actúan sobre los prismas triangulares de que hemos hablado al tratar de los volúmenes parciales de agua interior.

Llamando ω el área de la base de uno cualquiera de los prismas parciales en que suponemos descompuestos los volúmenes del sistema que han salido del agua ó los que se han sumergido, i la altura del prisma y δ la densidad del agua del mar, la fuerza que actúa sobre este prisma cualquiera es igual á $\delta \omega i$. El momento de esta fuerza con relación al punto o eje del par es igual á

$$\delta \omega i \times x.$$

llamando x la distancia del centro del prisma al eje de giro.

Llamando θ al ángulo de inclinación del sistema, la altura i del prisma en función de la distancia x es igual á $x \operatorname{tg} \theta$ y como suponemos

el ángulo suficientemente pequeño para que $\operatorname{tg} \theta = \theta$ podemos escribir $i = \theta x$. Sustituyendo en la expresión del momento, tendremos

$$\delta \omega \theta x^2$$

La suma de momentos de todas las fuerzas análogas á la que acabamos de determinar será igual á

$$\Sigma \delta \omega \theta x^2 \text{ ó bien } \delta \theta \Sigma \omega x^2$$

indicando por Σ la suma de todas las expresiones semejantes á la calculada. Las cantidades δ y θ por ser constantes pueden sacarse fuera del símbolo de suma.

La expresión $\Sigma \omega x^2$ representa el momento de inercia de la superficie de la flotación ó superficie cortada por el mar sobre el dique y buque con relación al eje longitudinal proyectado en o y que pasa por el centro de gravedad del conjunto de la superficie. Llamando I este momento de inercia tendremos para valor del momento total de las fuerzas consideradas y por consiguiente para momento de todas las fuerzas que tienden á la estabilidad del dique la expresión

$$\delta \omega I$$

El momento del par formado por las fuerzas aplicadas á los puntos $2'$ y P' será igual al producto de la intensidad de las fuerzas por la distancia entre sus direcciones. La intensidad de las fuerzas es igual, al peso del sistema ó al peso del volúmen de agua desplazado. Llamando V á este volúmen, la intensidad de cualquiera de las dos fuerzas será igual á δV . La distancia entre las direcciones de ambas fuerzas es igual á la proyección horizontal de la línea $P'Q'$, que une sus puntos de aplicación. Esta proyección es igual á $P'Q' \operatorname{sen} \theta$, ó bien, puesto que suponemos el ángulo suficientemente pequeño para que $\operatorname{sen} \theta = \theta$, esta proyección es igual á $P'Q' \theta$: La longitud $P'Q'$ es la distancia que separa el centro de gravedad del de presión en la posición primitiva, á la que llamaremos H , pudiendo pues escribir $P'Q' \theta = H \theta$. El momento de inestabilidad debido á las fuerzas δV , será igual á

$$- \delta \theta V H.$$

Para obtener los momentos de inestabilidad debidos al agua interior; llamemos ω' el área de uno de los prismas en que suponemos divididos los volúmenes desalojados ú ocupados nuevamente por el agua en cualquiera de las cámaras que se consideren; i' la altura del prisma, y δ la densidad del agua. El peso de uno de estos volúmenes elementales será igual á $\delta \omega' i'$ y su momento con relación al eje del par igual á $\delta \omega' i' \times x'$ llamando x' la distancia del prisma considerado al eje del par respectivo. De una manera análoga que anteriormente podemos escribir $i' = \theta x'$ resultando para momento de uno de los elementos

$$- \delta \theta \omega' x'^2$$

y para momento total de uno de los pares parciales

$$- \sum \delta \omega' x'^2 \text{ ó bien } - \delta \theta \sum \omega x'^2$$

El factor $\sum \omega' x'^2$ representa el momento de inercia de la superficie del volúmen de agua considerado con relación á un eje paralelo al del giro que pase por el centro de gravedad de la misma, momento que podemos representar por I resultando para el momento de inestabilidad parcial el valor

$$- \delta \theta I$$

Sumando todos los momentos de inestabilidad parciales, é indicando la suma con el símbolo Σ obtendremos para momento de inestabilidad, debido al agua interior, la expresión

$$- \Sigma \delta \theta I$$

ó bien por ser constantes δ y θ

$$- \delta \theta \Sigma I$$

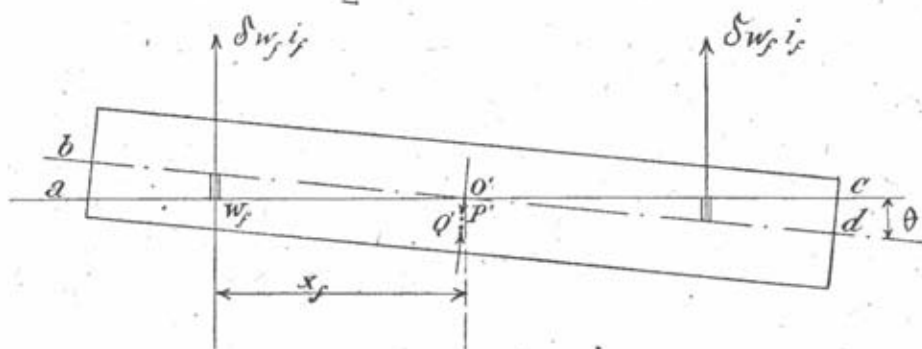
Haciendo la suma algebraica de todos los momentos que acabamos de determinar, obtendremos para valor del momento de estabilidad resultante para el dique, independientemente del flotador; la expresión

$$\delta \theta I - \delta \theta \nu H - \delta \theta \Sigma I$$

ó bien, puesto que δ y θ figuran en todos los términos

$$\delta \theta (I - \nu H - \Sigma I)$$

De una manera análoga determinaremos el momento de estabilidad del flotador. Para un ángulo de inclinación θ de la importancia que hemos supuesto el flotador, girará al rededor de un eje que pase por el centro de gravedad de su superficie de flotación proyectada en O_f , emergiendo del agua un volumen $O_f a b$ equivalente á otro volumen



$O_f c d$ que no inmergirá. Suponiendo aplicadas á cada prisma elemental en que puede dividirse el volúmen que ha salido del agua dos fuerzas iguales y de sentido contrario, de intensidad igual al peso del agua

de un volumen equivalente al del elemento, no alteramos el equilibrio. Las fuerzas ascendentes reunidas á las presiones del agua sobre el sistema inmerso, con excepción del nuevo volumen $O_f c d$, dan lugar á una resultante de intensidad igual al peso del volumen inmerso y cuyo punto de aplicación es el Q' , centro de presión del sistema en su posición primitiva.

Podemos, pues, considerar el flotador sometido á esta fuerza ascendente aplicada en Q' al peso propio aplicado en el centro de gravedad P' del sistema, de posición invariable con relación al flotador, pero móvil con él, á las fuerzas descendentes aplicadas á los elementos que han salido del agua y á las fuerzas ascendentes debidas á la presión del agua que actúa sobre la parte del flotador que se ha inmerso. Todas estas fuerzas dan lugar á dos pares; el formado por las fuerzas aplicadas en Q' y P' y el formado por los sistemas de fuerzas aplicadas á los elementos de los volúmenes $O_f a b$ y $O_f c d$. El primer par tiende á conservar ó aumentar las inclinaciones y el segundo á devolver al flotador á su posición primitiva.

Llamando ω_f el área de la base de un prisma elemental i_f á su altura, la intensidad de la fuerza que actúa sobre un elemento cualquiera será igual á $\delta \omega_f i_f$.

El momento de esta fuerza es igual á $\delta \omega_f i_f \times x_f$ y teniendo en cuenta que $i_f = \theta x_f$ puede escribirse el momento elemental

$$\delta \omega_f \theta x_f^2$$

El momento total de estas fuerzas que contribuyen á la estabilidad será igual á

$$\Sigma \delta \omega_f \theta x_f^2$$

y como δ y θ son constantes, igual á

$$\delta \theta \Sigma \omega_f x_f^2$$

La expresión $\Sigma x_f^2 \omega_f$ es el momento de inercia de la superficie horizontal del flotador con relación á un eje paralelo al de giro que pase por el centro de gravedad de la superficie (en este caso el eje mismo de giro) momento que designaremos por I_f , pudiendo escribirse el momento de las fuerzas que estudiamos bajo la forma

$$\delta \theta I_f$$

Llamando H_f la distancia entre los centros de gravedad y de presión del flotador en su posición normal de equilibrio, el brazo de palanca del momento de las fuerzas aplicadas en Q' y P' será igual á H . θ . La intensidad de estas fuerzas será igual á δV_f llamando V_f el volumen inmerso del flotador. El momento de inestabilidad debido á estas fuerzas será, pues, igual á

$$- \delta \theta V_f H_f$$

Sumando algebraicamente estos dos momentos, obtendremos como momento total de estabilidad del flotador el valor

$$\delta \theta I_f - \delta \theta V_f H_f$$

ó bien poniendo $\delta \theta$ por factor común

$$\delta \theta (I_f - V_f H_f)$$

Efectuando la suma de las estabilidades del dique y del flotador, obtendremos como momento de estabilidad total para el sistema completo la expresión

$$\delta \theta (I - V H - \Sigma I) + \delta \theta (I_f - V_f H_f)$$

ó bien poniendo $\delta \theta$ como factor común

$$\delta \theta (I + I_f - V H - \Sigma I - V_f H_f)$$

Para que en una posición dada exista estabilidad, en el sentido propio de la palabra, es preciso que el valor del momento de estabilidad, deducido por medio de la expresión anterior sea positivo. Siendo constante y positivo el valor de $\delta \theta$ es preciso que se realice la condición

$$I + I_f - V H - \Sigma I - V_f H_f > 0$$

ó bien

$$I + I_f > V H + \Sigma I + V_f H_f$$

condición que, traducida al lenguaje usual, puede enunciarse diciendo: para que en una posición cualquiera sea posible la estabilidad del dique, es preciso que la suma del momento de inercia de las superficies de flotación del dique y su carga, con relación al eje que pasa por el centro de gravedad de las mismas y del momento de inercia de la superficie horizontal del flotador con relación al eje que pasa por el centro de gravedad de la misma, sea mayor que la suma de los productos del volumen desalojado por el dique y su carga por la distancia entre los centros de gravedad y de presión y del volumen desalojado por el flotador por la indicada distancia correspondiente al mismo y la suma de los momentos de inercia de las superficies horizontales del agua contenida en las diversas cámaras receptoras del dique, con relación á ejes paralelos al de giro que pasen por el centro de gravedad de cada superficie parcial.

La cantidad

$$I + I_f - V H - \Sigma I - V_f H_f$$

por cuyo signo se viene en conocimiento de si es posible la estabilidad del dique y cuya magnitud mayor ó menor puede dar idea de la importancia de la estabilidad, la llamaremos *coeficiente de estabilidad*. El producto de esta cantidad por la densidad del agua y por el valor del ángulo de inclinación (para inclinaciones pequeñas) es igual al momento de estabilidad que se obtiene.

De las diversas cantidades que componen el citado coeficiente, son

constantes unas, variables otras. Las primeras son el momento de inercia I_f del flotador, el producto $V_f H_f$ correspondiente al flotador y la ΣI suma de momentos de inercia de las superficies del agua interior. Los segundos son el momento de inercia I de las superficies de las flotaciones y los productos $V H$ correspondientes al dique y su carga. Estas dos últimas cantidades varían entre límites muy extensos, variando, por consiguiente, en la misma proporción la estabilidad del dique. Este resultado nos indica que para tener una idea de la estabilidad de un dique de esta clase, no basta estudiarla en una posición determinada del mismo, sino que es preciso estudiarla para todas las posiciones que el dique pueda ocupar, pudiendo así venir en conocimiento de la posición correspondiente al minimum de estabilidad y juzgar si es suficiente en la práctica.

Este estudio puede hacerse calculando el valor del coeficiente de estabilidad para varias posiciones suficientemente próximas y convenientemente espaciadas, representando los valores obtenidos por medio de ordenadas referidas á dos ejes coordinados y uniendo los extremos de las ordenadas por medio de una curva que representará la ley según varía el coeficiente de estabilidad y por consiguiente la estabilidad del dique. Es el procedimiento que nosotros hemos seguido y que nos ha permitido trazar la curva de estabilidad, representada en el plano correspondiente, que acompañamos.

Para el cálculo del coeficiente de estabilidad pueden deducirse los valores de los términos constantes y sustituirse en la expresión correspondiente, dejando sólo los símbolos correspondientes á los términos variables.

Términos constantes relativos al flotador. Momento de inercia I_f de la superficie horizontal del flotador. Para el cálculo de este momento de inercia puede asimilarse la superficie del flotador á un polígono formado por varios rectángulos, aproximando al centro las diversas porciones en que se descompone la superficie real del mismo. El adjunto croquis indica la forma y dimensiones principales del flotador así transformado.



La posición del centro de gravedad de esta superficie con relación al canto A B. se deducirá de la expresión

$$\frac{6'312 \times \overline{20'427^2} + 94'626 \times \overline{16'364^2} + 18'243 \times \overline{6'204^2}}{2(6'312 \times 20'427 + 94'626 \times 16'364 + 18'243 \times 6'204)}$$

que conduce á una distancia igual á 8.^m 00718 del canto A B. El momento de inercia con relación al mismo canto A B es igual á

$$I = \frac{6'312 \times \overline{20'427^3} + 94'626 \times \overline{16'364^3} + 18'243 \times \overline{6'204^3}}{3} = 157601'133495$$

El área de la superficie del flotador es igual á
 $\Omega = 6'312 \times 20'427 + 94'626 \times 16'364 + 18'243 \times 6'204 = 1790'57466$
 metros cuadrados.

El momento de inercia I_f con relación al eje M N que pasa por el centro de gravedad, deducido de la conocida relación $I_f = I' - \Omega \dot{a}^2$ es igual á

$$I_f = 157601'133495 - 1790'57466 \times \overline{8'00718}^2 = 42798'561698$$

Producto $V_f H_f$. Para formar este producto es preciso deducir ambos factores. El volumen inmergido teniendo en cuenta que la profundidad de inmersión es igual á $0'721$, es igual á

$$V_f = 1790'57466 \times 0'721 = 1291'00432 \text{ metros cúbicos.}$$

Para deducir la altura H_f fijaremos la posición del centro de gravedad. El peso del flotador se compone de dos partes: la parte metálica formada por su estructura misma y las demás partes de la construcción que sobre él insisten, que puede evaluarse en $726'25$ toneladas y el lastre adicional cuyo peso es igual á la diferencia entre el indicado y el peso total desplazado. Siendo este último igual á

$$1291'00432 \times 1'027 = 1325'86 \text{ toneladas, resulta para el lastre}$$

$$1325'86 - 739'95 = 585'91 \text{ toneladas.}$$

El centro de gravedad del peso propio puede considerarse situado á la mitad de la altura del flotador, ó sea á una distancia de $0'721$ del plano inferior. El centro de gravedad del lastre puede considerarse situado á la mitad de la altura que ocupe. Atribuyendo al lastre una

densidad igual á $2'4$ ocupará una altura igual á $\frac{585'91}{2'4 \times 1790'57466} = 0'1372$ y su centro de gravedad se hallará á $0'0686$ de la superficie de la plancha del fondo. La posición del centro de gravedad del flotador se deducirá de la relación

$$\frac{739'95 \times 0'721 + 585'91 (0'0095 + 0'0686)}{1325'86}$$

resultando hallarse á $0'4369$ encima el plano inferior del flotador.

El centro de presión se hallará á la mitad de la altura inmergida ó á $\frac{0'721}{2} = 0'3605$ encima el citado plano, resultando por consiguiente el centro de gravedad á

$H_f = 0'4369 - 0'3605 = 0'0764$ encima el centro de presión. El producto $V_f H_f$ tendrá el valor

$$V_f H_f = 0'0764 \times 1291'004 = 98'633$$

debiendo conservar su signo negativo en la expresión del coeficiente por hallarse el centro de gravedad encima del de presión.

Determinación de ΣI . El espacio destinado á contener agua en el

dique está dividido en varias cámaras, situadas unas en el costado, que ocupan todo el ancho del mismo y toda su longitud á excepción del espacio ocupado por los pozos de bombas, otras en las pontonas ocupando toda su superficie. Para los efectos de la estabilidad pueden considerarse las cámaras en el sentido longitudinal como formando una sola.

La superficie de la cámara única del costado que así resulta, está formada por un rectángulo de $95.^m071 \times 3.^m950$, cuyo momento de inercia con relación al eje que pasa por el centro de gravedad es igual á

$$\frac{95 \times 3^950^3}{12} = 488^2272,228$$

Las pontonas están divididas longitudinalmente en 5 compartimentos, cuyas longitudes, á partir del costado, son:

$$5.^m197 - 3.^m689 - 3.^m912 - 3.^m689 - 6.^m439$$

Reunidas todas las pontonas dan lugar á 5 cámaras rectangulares cuyo ancho es igual á 18×3^95 y cuyas longitudes son las indicadas, resultando momentos de inercia iguales á

$$\frac{18 \times 3^95 \times 5^197^3}{12} = 831^661324$$

$$\frac{18 \times 3^95 \times 3^689^3}{12} = 297^450238$$

$$\frac{18 \times 3^95 \times 3^912^3}{12} = 354^719360$$

$$\frac{18 \times 3^95 \times 3^689^3}{12} = 297^450238$$

$$\frac{18 \times 3^95 \times 6^439^3}{12} = 1581^771076$$

Sumando todos estos momentos de inercia parciales se obtiene

$$\Sigma I = 3851^324465$$

Haciendo la suma algebraica de todos los términos constantes del coeficiente de estabilidad se obtiene

$$I_f - V_f H_f - \Sigma I = 42798^561698 - 98^633 - 3851^324465 = 38.848^7$$

resultando para el coeficiente de estabilidad la expresión

$$I + 38848^7 - V H$$

en función de las dos cantidades variables I y V H.

El cálculo de estas dos cantidades no presenta en ningún caso dificultad alguna, pero obliga á adoptar dimensiones concretas para el buque que debe ser elevado por el dique en el caso de que quiera ha-

cerse el estudio con el dique cargado, caso precisamente el más interesante. Hemos estudiado nosotros primero este caso adoptando un buque de 4.000 toneladas de peso propio, conteniendo 2.000 toneladas de carga y cuyas dimensiones, que figuran en los cálculos representan el tipo medio de los buques de esta magnitud. En el plano relativo á la estabilidad figuran para este buque la curva de desplazamiento, la curva de las superficies de las flotaciones, la de los momentos de inercia de las flotaciones con relación al eje longitudinal que pasa por su centro de gravedad y la curva de las alturas de los centros de presión ó carena con relación al canto inferior de la quilla.

Por el examen de estas curvas podrá observarse que hemos tomado un buque relativamente fino con objeto de no exagerar los resultados á favor de la estabilidad.

Hemos supuesto el buque colocado en sentido vertical con el canto inferior de la quilla á 1.^{ma} 100 sobre el piso superior de pontonas, con objeto de facilitar la colocación del mismo sobre los careneros. Hemos tomado el centro de gravedad situado á 5.^{ma} 500 encima el canto inferior de la quilla teniendo en cuenta que para el buque sin carga, el centro de gravedad se halla generalmente por encima de la flotación á poca distancia, y que con la carga de 2.000 toneladas el calado es igual á 6.^{ma} 000. Creemos no separarnos mucho de la realidad al adoptar la altura citada, que podría tal vez reducirse, con lo cual aparecería todavía más favorable la estabilidad de nuestro dique.

Para el cálculo de los productos VH debe conocerse la posición del centro de gravedad de todos los pesos y por consiguiente el del peso propio del dique. Podría calcularse fácilmente la posición de este punto tomando los momentos de todos los pesos del dique con relación á dos planos de comparación, sumando luego todos los momentos relativos á cada plano y dividiendo las sumas por el peso total del dique se obtendrían los coordinados del centro de gravedad con relación á los planos de comparación. Este trabajo penoso y largo sólo conduciría á un resultado de absoluta exactitud si pudiera conocerse de antemano la posición exacta del centro de gravedad de los pesos parciales, cosa difícil para ciertas partes de la construcción y si no existiesen en la práctica divergencias (aunque pequeñas) entre los pesos previstos y los reales. La experiencia nos ha demostrado que se consigue una exactitud suficiente en la práctica considerando el dique dividido en sus dos partes principales: costado y pontonas, y considerando el peso de cada componente aplicado en el centro de figura del mismo, habiendo adoptado en este caso este procedimiento.

Esto admitido podemos ya deducir la posición del centro de gravedad del dique. Tomaremos como planos de comparación el plano ho-

rizontal inferior del dique y el plano vertical que pasa por el extremo de las pontonas opuestas al costado.

Los pesos correspondientes á las partes del dique que consideramos son:

Costado	1.530 toneladas.
Pontonas — 18 pontonas á 105 toneladas.	1.890 »
TOTAL.	3.420 toneladas.

Altura del centro de gravedad del peso propio del dique con relación al plano horizontal inferior:

$$\frac{1530 \frac{14'044}{2} + 1890 \frac{4'902}{2}}{3420} = \frac{15.376'05}{3420} = 4.^m496$$

Distancia al extremo de las pontonas:

$$\frac{1530 \left(22'974 + \frac{3'95}{2} \right) + 1890 \frac{22'974}{2}}{3420} = \frac{59882'40}{3420} = 17.^m509$$

Con la posición adoptada para el buque con relación á la altura, su centro de gravedad se hallará á $(4.^m902 + 1'100 + 5'50) = 11.^m502$ encima el plano de comparación y el centro de gravedad de los pesos de dique y buque, con exclusión del agua interior, se hallará sobre el mismo plano á una altura de

$$\frac{6000 \times 11'502 + 3420 \times 4.^m496}{9420} = \frac{84388'05}{9420} = 8.^m958$$

La posición del centro de gravedad del dique y buque con relación al extremo de las pontonas, está íntimamente relacionada con la posición del centro de presión del dique cuando se halla á la máxima emersión, pues es preciso que para aquella posición coincidan la vertical del centro de presión y la que pasa por el centro de gravedad de todo el sistema, comprendiendo el agua interior. Tomando como emersión máxima la correspondiente á la posición en que las pontonas sobresalen 0.^m200 de la superficie del mar, el peso total desplazado por el dique se compondrá de

Peso desplazado por el costado:

$$1'027 \times 109'471 \times 3'95 (4'902 - 0'20) = 7.887'862 \text{ toneladas.}$$

Peso desplazado por las pontonas:

$$1'027 \times 18 \times 22'974 \times 3'95 (4'902 - 0'20) = 2.088'090 \text{ »}$$

$$\text{Formando un total de. } 9.975'95 \text{ toneladas.}$$

En esta posición deberá el dique contener

$$9975'95 - 6000 - 3420 = 555'95 \text{ toneladas de agua.}$$

Suponiendo uniforme en toda la extensión del dique la altura de la capa de agua interior y secos los pozos de bomba, el centro de gra-

vedad de esta agua se hallará á una distancia del extremo de las pontonas igual á

$$\frac{375'53045 \times 24'949 + 1633'4514 \times 11'487}{1633'4514 \times 375'53045} = \frac{28132'565428}{2008'98185} = 14.'m0033$$

teniendo en cuenta que la superficie horizontal total de las pontonas es igual á $1633'4514 \text{ m}^2$ y la del costado á $432'41045 \text{ m}^2$.

El momento total de todos los pesos con relación al extremo de las pontonas es igual á

$$9975'95 \times 14'305 = 142705'965$$

Siendo el momento del peso propio del dique con relación al mismo plano igual á $59882'40$ y el del agua igual á $555'95 \times 14.'m0033 = 7785'145$, para que los dos centros mencionados se hallen sobre la misma vertical el momento del buque debe ser igual á

$$142705'965 - 59882'40 - 7785'145 = 75038'420$$

debiendo por consiguiente hallarse situado á

$$\frac{75038'42}{6000} = 12.'m506 \text{ del extremo de los pontonas.}$$

El momento de los pesos del dique y buque con relación al extremo de las pontonas es igual á $59882'4 + 75038'4 = 134920'8$ y la posición del centro de gravedad de ambos pesos corresponderá á una distancia de

$$\frac{134920}{9.420} = 14'323 \text{ del citado extremo.}$$

Conocida ya la posición del centro de gravedad del sistema completo de buque y dique con exclusión del agua interior, fácil será deducir en cada caso la posición del centro de gravedad del sistema completo, pues bastará determinar el peso del agua interior, calcular el momento de este peso con relación á los planos de comparación, hacer la suma de los momentos de todos los pesos y dividir por el peso total del sistema para tener las coordenadas del centro que se busca. La coordenada horizontal deberá en cada caso ser igual á la coordenada correspondiente del centro de presión para que haya coincidencia entre las verticales de ambos centros, condición precisa para que haya equilibrio, resultado que se obtendrá distribuyendo convenientemente el agua interior entre las diversas cámaras receptoras. La posición del centro de presión se deducirá determinando los momentos de los volúmenes inmergidos ó pesos desplazados con relación á los planos de comparación y dividiendo los momentos por los volúmenes ó pesos totales desplazados. Conocida la posición de ambos centros, una sencilla resta hará conocer el valor de H, pudiendo formarse ya los productos V H, pues el volumen V nos será ya conocido.

La determinación de I no ofrecerá dificultad alguna conociendo en cada caso la forma y dimensiones de las superficies de las flotaciones.

Todos los cálculos que acabamos de indicar exigen una serie de operaciones cuyos resultados hemos condensado en varios cuadros que copiamos á continuación.

Hemos efectuado los cálculos completos para varias inmersiones á partir de la emersión que consideramos máxima ó sea cuando el dique flota con el piso de pontonas á 0.^m200 encima la superficie del mar. Los hemos efectuado para todas aquellas que constituyen una posición especial para el dique y que pueden dar lugar á puntos singulares en la curva de estabilidad cuyo trazado es el objeto primordial del trabajo, como por ejemplo, las correspondientes á coincidir el nivel del mar con la cubierta de las pontonas, con la superficie de los durmientes, con el canto inferior de la quilla del buque, con la superficie superior de las cajas de aire, con el techo de los portalones, etc. Hemos tomado también varias posiciones intermedias espaciadas á 0.^m800 á partir del canto inferior de la quilla del buque, hasta terminar en la posición correspondiente á la máxima inmersión ó sea á 12.^m500 encima el plano inferior del dique.

A continuación de los cuadros indicamos el detalle de alguna de las operaciones para facilitar su comprensión ó comprobación.

Cuadro núm. 1

Principales dimensiones del buque adoptado en los cálculos de estabilidad

Inmersiones á partir del canto inferior de quilla	Inmersiones referidas al plano inferior del dique	DESPLAZAMIENTO		Superficie de las flotaciones	Altura del centro de carena sobre el canto inferior de quilla	Momentos de inercia de las flotaciones
		En metros cúbicos	En toneladas			
1	2	3	4	5	6	7
<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m³</i>	<i>T</i>	<i>m²</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
0'800	6'802	178'4	183'2	436'1	0'531	3150
1'600	7'602	671'7	689'8	777'4	1'051	7300
2'400	8'402	1391'7	1429'3	1006'0	1'550	11300
3'200	9'202	2259'0	2320'0	1151'1	2'033	14200
3'716	7'718	2870'9	2948'4	1215'1	2'337	15450
4'000	10'002	3219'5	3306'4	1243'5	2'502	15900
4'800	10'802	4240'2	4354'7	1304'1	2'960	16750
5'600	11'602	5301'0	5444'1	1345'2	3'409	17300
6'000	12'002	5842'3	6,000	1360'9	3'630	17500

Las magnitudes que figuran en este cuadro se hallan representadas gráficamente en el plano relativo á la estabilidad.



CUADRO NÚN. 2

DETERMINACIÓN DEL CENTRO DE PRESIÓN DEL DIQUE SIN EL BUQUE

Inmersiones	Áreas de las superficies sumergidas	Alturas parciales de inmersión	Volúmenes parciales	Volúmenes totales	Pesos parciales	Pesos totales	Coordenados del centro de gravedad de los pesos parciales		Momentos de los pesos parciales		Momentos de los pesos totales		Coordenadas del centro de presión		
							horizontales	verticales	horizontales	verticales	horizontales	verticales	horizontales	verticales	
							8	9	10	11	12	13	14	15	
Metros	Metros cuadrados	Metros	Metros cúbicos	Metros cúbicos	Toneladas	Toneladas	Metros	Metros	Tonels. metros	Tonels. metros	Tonels. metros	Tonels. metros	Metros	Metros	
4.m 702	432'41045	4'702	2033'194	9715'682	20880'090	9978'005	24'949	2'351	52095'757	4909'100	142703'616	23453'461	14'305	2'351	Máxima emersión.
	1633'4514	4'702	7680'488		7887'861		11'487	2'351	90607'859	18544'361					
4.m 902	432'41045	0'200	86'482	10126'860	88'817	10400'285	24'949	4'802	2215'895	426'499	148776'077	25491'099	14'305	2'451	Superficie de las pontonas.
	1633'4514	0'200	3266'90		335'511		11'487	4'802	3854'015	1611'924					
5.m 207	375'53045	0'305	114'537	10455'038	117'629	10737'323	24'949	5'045	2934'726	594	153889'522	27194'758	14'332	2'533	Superficie de los durmientes.
	489'883	0'305	149'414		153'448		13'393	5'045	2053'129	775					
6.m 002	210'5824	0'305	64'227	10920'995	65'961	11215'891	1'904	5'0545	125'590	333'400	161866'418	29876'624	14'432	2'664	
	375'53045	0'795	298'546		306'607		24'949	5'0045	7649'538	1718'379					
6.m 802	210'5824	0'795	167'411	11389'883	171'935	11697'409	1'904	5'6045	327'358	963'587	169893'475	32959'494	14'524	2'818	Superficie de las cajas de aire.
	375'53045	0'800	300'424		308'535		24'949	6'402	7697'540	1975'241					
7.m 602	210'5824	0'800	168'464	11690'307	173'013	12005'944	1'904	6'402	329'417	1107'629	177591'115	35181'563	14'792	2'930	
375'53045	0'800	300'424	308'535		24'949		7'202	7697'540	2322'039						
8.m 402	375'53045	0'800	300'424	11990'000	308'535	12314'479	24'949	8'002	7697'540	2468'897	185288'755	37650'460	15'046	3'057	
9.m 202	375'53045	0'800	300'424	12291'155	308'535	12623'014	24'949	8'802	7697'540	2715'725	192986'395	40366'185	15'288	3'198	
9.m 718	432'41045	0'516	193'773	12484'928	199'005	12822'019	24'949	9'460	4964'976	1882'587	197951'371	42248'772	15'438	3'295	Cielo de los portalones.
10'002	432'41045	0'284	122'804	12607'732	126'120	12948'139	24'949	9'860	3146'568	1243'543	201097'939	43492'315	15'531	3'359	
10'802	432'41045	0'800	345'928	12953'660	355'268	13303'407	24'949	10'402	8863'581	3695'498	209968'520	47187'813	15'782	3'547	
11'602	432'41045	0'800	345'928	13299'588	355'268	13658'675	24'949	11'202	8863'581	3979'712	218825'401	51167'525	16'021	3'746	
12'002	432'41045	0'400	172'964	13472'552	177'634	13836'309	24'949	11'802	4431'791	2096'436	223256'892	53263'961	16'136	3'850	Posición correspondiente a hacerse el buque solidario con el dique.
12'500	432'41045	0'498	215'340	13687'892	221'155	14057'464	24'949	12'251	4517'596	2709'370	228774'488	55073'331	16'274	3'982	

Cuadro n.º 2.

En la columna n.º 1 se hallan las inmersiones á partir del plano inferior del dique.

En la columna 2 se indican las superficies horizontales de los elementos del dique; así, por ejemplo, para la inmersión $6^m 002$ el primer número $375'53045$ representa la superficie horizontal del costado á la altura de los portalones y el segundo $210'5824$ la superficie de las 14 cajas de aire.

En la columna 3 se hallan indicadas las alturas de inmersión parciales á partir de la posición anterior, de modo que los números que figuran en ella son el resultado de restar del número correspondiente de la columna 1, el número anterior de la misma columna 1.

Los productos de los números de las columnas 2 y 3 dán como resultado los números inscritos en la columna n.º 4.

Los números de la columna n.º 5 son las sumas de los de la columna anterior á partir del origen.

Los números de las columnas 6 y 7 son el resultado de multiplicar respectivamente los de las columnas 4 y 5 por la densidad del agua del mar igual á $1'027$.

Los números de las columnas 8 y 9 están referidos á los planos de comparación que hemos adoptado.

Los números de las columnas 10 y 11 son los resultados de multiplicar los de las columnas 8 y 9 por los de la columna 6.

Los números de las columnas 12 y 13 son las sumas de los de las dos columnas anteriores á partir del origen.

Las coordenadas del centro de presión que figuran en las columnas 14 y 15 son el resultado de dividir los números de las columnas 12 y 13 por los pesos totales que figuran en la columna 7.

Con objeto de facilitar los cálculos separándonos poco de la realidad hemos prescindido del volumen de los tacos de quilla y sautos corredizos, suponiendo en cambio como compensación que los durmientes ocupan toda la longitud de las pontonas. El número $489'883$ que figura en la columna 2 frente la inmersión de $5^m 207$ representa la superficie total de los durmientes así considerados. Con estas hipótesis llegamos á un volumen ligerísimamente menor que el real, resultando además la estabilidad que encontraremos menor que la real.

Cuadro n.º 3

Las cantidades que figuran en las columnas 2, 6 y 7 se han tomado del cuadro anterior n.º 2, y las que figuran en la columna n.º 3 se han tomado del cuadro n.º 1.

Los números que figuran en la columna 4 son el resultado de sumar los de las columnas 2 y 3.

Las distancias entre los centros de carena del buque y el plano horizontal de comparación que figuran en la columna 5, son el resultado de sumar á los números de la columna 6 del cuadro n.º 1, la cantidad constante 6^m002 que representa la distancia que media del canto inferior de quilla al plano de comparación.

Los momentos horizontales de los pesos desplazados por el buque que figuran en la columna n.º 8, son el resultado de multiplicar los pesos desplazados por el buque por la distancia constante é igual á 12^m506 entre el centro de gravedad del buque y el extremo de las pontonas.

Los momentos verticales de los pesos desplazados por el buque que figuran en la columna n.º 9 son los productos de los números contenidos en las columnas 3 y 5.

Los números de las columnas 10 y 11 representan las sumas de los de las columnas 6 y 8 y de las 7 y 9 respectivamente.

Las coordenadas del centro de presión que figuran en las columnas 12 y 13 son el resultado de dividir los números de las columnas 10 y 11 por los de la columna 4.

Los pesos del agua contenida en el dique que figuran en la columna 14 resultan de restar de los pesos totales desplazados el peso constante del dique y buque igual á 9420 toneladas.

Los momentos horizontales del agua interior son el resultado de restar del momento total horizontal de los pesos desplazados, el momento horizontal constante del peso del dique y buque, momento igual á $134\ 920'8$, pues es preciso para que los centros de presión y de gravedad se hallen sobre una misma vertical que la suma de momentos de los pesos del dique, del buque y del agua interior sea igual al momento total horizontal de los pesos desplazados por el sistema. Para que resulte para el agua interior el momento conveniente es preciso distribuirla convenientemente entre las cámaras receptoras del costado y las de las pontonas. Admitiremos que el agua ocupe una altura uniforme

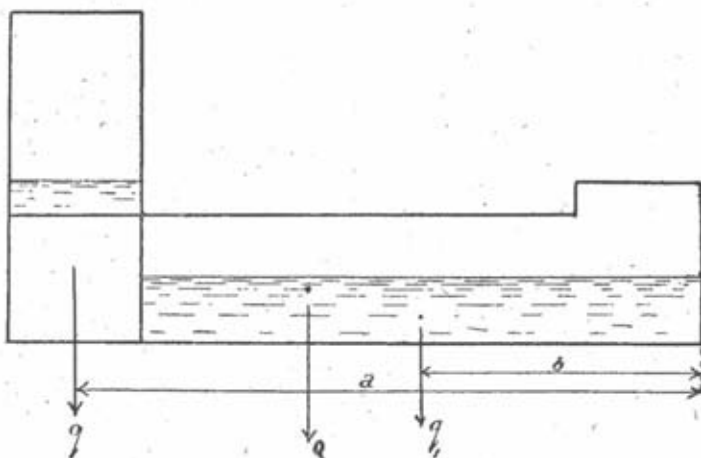
CUADRO NÚM. 3

DETERMINACIÓN DE LA DISTANCIA H ENTRE LOS CENTROS DE GRAVEDAD Y DE PRESIÓN PARA EL DIQUE CARGADO CON EL BUQUE

Inmersiones	Pesos desplazados por el dique	Pesos desplazados por el buque	Pesos totales desplazados	Distancias de los centros de carena del buque al plano horizontal de comparación	Momentos de los pesos desplazados por el dique		Momentos de los pesos desplazados por el buque		Momentos de los pesos totales desplazados		Coordenadas del centro de presión		Peso del agua contenida en el dique	Momento horizontal del agua interior	Peso del agua contenida en las pontonas	Peso del agua contenida en el costado	Momento vertical de	Momento vertical de	Suma de momentos verticales	Ordenada del centro de gravedad	Distancia entre los centros de gravedad y de presión
	2	3	4		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	Metros	Toneladas	Toneladas		Toneladas	Metros	Tonel. metros	Tonel. metros	Tonel. metros	Tonel. metros	Tonel. metros	Tonel. metros	Metros	Metros	Toneladas	Tonel. metros	Toneladas	Toneladas	Tonel. metros	Tonel. metros	Tonel. metros	Metros	H Metros
4'702	9978'0	—	9975'9	—	142703'6	23453'5	—	—	142700'6	23453'5	14'305	2'351	555'95	7785'4	452'05	103'9	60'9	14'0	84462'9	8'467	6'116
4'902	10406'3	—	10400'3	—	148776'1	25491'1	—	—	148776'1	25491'1	14'305	2'451	980'3	13855'3	787'6	192'7	184'9	48'1	84621'0	8'136	5'685
5'207	10737'3	—	10737'3	—	153889'5	27194'7	—	—	153889'5	27194'7	14'332	2'533	1317'3	18968'7	1032'2	285'1	317'6	105'4	84811'0	7'899	5'306
6'002	11215'9	—	11215'9	—	161866'4	29876'6	—	—	161866'4	29876'6	14'432	2'664	1795'9	26945'6	1326'7	469'2	524'6	285'4	85198'0	7'596	4'932
6'802	11697'4	183'2	11880'6	6'533	169893'5	32959'5	2291'1	1196'8	172184'6	34156'3	14'493	2'875	2460'6	37263'8	1792'2	668'4	597'3	579'2	85924'5	7'232	4'357
7'602	12005'4	689'8	12695'7	7'053	177591'1	35181'6	8626'6	4865'2	186217'7	40046'8	14'668	3'154	3275'7	51296'9	2260'3	1015'4	1522'7	1336'7	87247'4	6'872	3'718
8'402	12314'5	1429'3	13743'8	7'552	185288'8	37650'5	17874'8	10794'1	203163'6	48444'6	14'782	3'525	4323'8	68242'8	2944'0	1379'8	2583'3	2468'2	89439'5	6'508	2'983
9'202	12623'1	2319'9	14943'0	8'350	192986'4	40366'2	29013'9	18657'3	222000'3	59023'5	14'856	3'950	5523'0	87079'5	3767'2	1755'8	4230'0	3996'7	92614'7	6'198	2'248
9'718	12822'0	2948'4	15770'4	8'339	197951'4	42248'8	36872'7	24586'7	234824'1	66835'5	14'890	4'352	6350'4	99903'3	4345'7	2004'7	5628'8	5235'1	95251'9	6'040	1'648
10'002	12948'2	3306'4	16254'5	8'504	201097'9	43492'3	41349'8	28117'0	242447'7	71609'9	14'916	4'406	6834'5	107526'9	4678'9	2155'6	6525'0	6065'8	96978'8	5'966	1'560
10'802	13303'4	4354'7	17658'1	8'962	209961'5	47187'8	54459'9	39026'8	264421'4	86214'6	14'975	4'882	8238'1	129500'6	5647'9	2590'2	9507'5	8847'1	102742'6	5'818	0'936
11'602	13658'7	5441'1	19102'8	9'410	218825'1	51167'5	68083'9	51229'0	286909'0	102396'5	15'019	5'360	9682'8	151982'2	6654'9	3027'9	13200'1	12231'5	109819'6	5'799	0'141
12'002	13836'3	6000'0	19836'5	9'632	223256'9	53264'0	75038'4	57792'0	298295'3	111056'0	15'038	5'599	10416'5	163374'5	7168'8	3247'5	15317'5	14150'0	113855'5	5'740	0'141
12'500	13836'3	—	13836'3	—	223256'9	53264'0	—	—	223256'9	53264'0	16'136	3'850	10416'5	163374'5	7168'8	3247'5	15317'5	14150'0	44847'5	3'241	0'609
14057'5	—	—	14057'5	—	228774'7	55973'3	—	—	228774'5	59973'3	16'274	3'982	10637'5	168892'1	7168'8	3468'9	15317'5	16233'5	46927'0	3'338	0'644

en toda la extensión de las pontonas, hipótesis favorable á la facilidad de maniobra del dique en la práctica; pues se comprende cuanto dificultaría las operaciones el querer obtener una determinada distribución de agua entre las varias cámaras en que se hallan divididas las pontonas.

Si llamamos p al momento horizontal de toda el agua interior, q y q' respectivamente los pesos del agua contenida en el costado y en las pontonas y Q el peso total del agua interior, deberán efectuarse las relaciones siguientes:



$$q a + q' b. = p \quad \text{y} \quad q' + q = Q.$$

de las cuales se deduce

$$q = \frac{p - Qb.}{a-b}$$

$$\text{y} \quad q' = Q - q.$$

Por medio de estas dos relaciones y teniendo en cuenta que $a = 24.^m949$ y $b = 11.^m487$ hemos deducido los pesos del agua contenida en el costado y de la contenida en las pontonas que figuran en las columnas 16 y 17 del cuadro.

Para obtener los momentos verticales de q y q' que figuran en las columnas 18 y 19 basta determinar la posición del centro de gravedad de cada peso de agua con relación al plano horizontal de comparación y multiplicar dicho peso por la altura resultante. En el caso del agua contenida en las pontonas, teniendo en cuenta que la superficie horizontal de las mismas es igual á $1633'4514$ metros cuadrados, la altura que ocupará el agua en las mismas será igual á

$$\frac{q'}{1'027 \times 1633'4514}$$

y el momento vertical de dicha agua será igual á

$$\frac{1}{2} \frac{q^2}{1'027 \times 1633'4514}$$

Para el costado debe procederse de análoga manera, teniendo además en cuenta la variación de la superficie de las cámaras receptoras al llegar á la altura del piso de pontonas á causa de la existencia de los portales.

Las sumas de momentos verticales que figuran en la columna 20 del cuadro son el resultado de sumar los números de las columnas 18 y 19 con el momento vertical del peso del dique y buque, igual á 84388'05.

Las ordenadas del centro de gravedad que figuran en la columna 21 resultan de la división de las sumas de los momentos verticales que figuran en la columna 20 por los pesos totales desplazados en la columna 4.

Finalmente los valores de H de la última columna son el resultado de restar las ordenadas de los centros de presión y de gravedad.

Los dobles números que figuran en todas las columnas para la inmersión de 12^m002 se refieren los primeros al caso de considerar el buque unido al dique, los segundos al caso de considerar el dique independiente del buque. Los números correspondientes á la inmersión de 12^m500 se refieren al dique solo.

CUADRO NÚM. 4

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESTABILIDAD

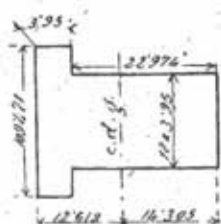
Inmersiones	Volúmenes totales desplazados	Distancias entre los centros de gravedad y depresión	Productos	Momentos de inercia de las flotaciones del dique	Momentos de inercia de las flotaciones del buque	Áreas de las flotaciones del buque	Momentos de 2.º grado de las flotaciones de buque y dique con relación al centro de g. común	Momentos de inercia del conjunto de las flotaciones	Coefficiente de estabilidad
1	V	H	V H	i	6	Ω	8	I	$I \times 38848 \cdot 7 - V H$
Metros	Metros cúbicos	Metros	Tonels. metros	Metros	Metros	Mét. cuadrados	Metros ⁴	Metros ⁴	Metros ⁴
4'702	9713'7	6'116	59'409	134368'8				134368'8	113'800
4'912	10126'9	5'685	57'571	134368'8				134368'8	115'600
5'207	10455'0	3'366	56'102	90217'8				9217'8	71'500
6'002	10921'0	4'932	53'862	90217'8				90217'8	73'000
6'802	11568'3	4'357	50'403	72350'6				72350'6	55'100
7'602	12362'0	3'718	45'962	72350'6	3'150	436'1	76684'6	79834'6	68'300
8'402	13382'4	2'983	39'920	488'3	7'300	777'4	31240'9	34879'1	23'300
9'202	14550'2	2'248	32'709	488'3	11'300	1006'0	39207'6	46988'0	39'900
9'718	15355'8	1'688	25'921	488'3	14'200	1151'1	42238'3	34127	53'000
10'002	15827'2	1'560	24'690	562'2	15'450	1215'1	43840'4	58529	64'700
10'802	17793'9	0'936	16'093	562'2	15'900	1243'5	44415'9	60354	73'300
11'602	18600'6	0'389	7'236	562'2	16'750	1304'1	49337'6	65390	78'300
12'002	19314'9	0'141	2'723	562'2	17'300	1345'2	49673'0	66135	80'300
12'500	13472'6	0'609	8'215	562'2	17'500	1360'9	50278'2	67590	90'300
	13687'9	0'644	8'815	562'2			50663'7	68526	100'100
							50806'3	68868	105'000
								562'2	47'600
								562'2	48'200

Cuadro núm. 4

Los números de las columnas 2 y 3 han sido tomados del cuadro anterior.

Los productos V. H. de la columna 3, son el resultado de multiplicar entre sí los números de las dos columnas anteriores.

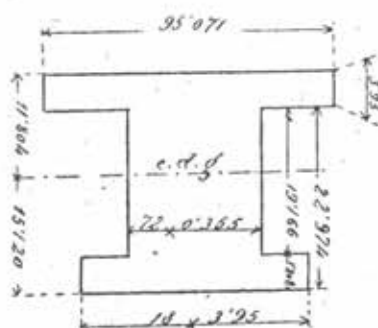
Los momentos de inercia de las flotaciones del dique se han calculado partiendo de las dimensiones de dichas superficies. Para la inmersión de 4.^m 702 la flotación se compone de la superficie horizontal del costado más la superficie horizontal de todas las pontonas. Para los efectos del cálculo del momento de inercia puede asimilarse esta superficie al polígono representado en el adjunto croquis, obteniéndose para dicho momento el valor de



$$\frac{1}{12} 199^2 471 \times 3^2 95 + \frac{18}{12} 3^2 95 \times 22^2 974 + 43^2 41045$$

$(24^2 949 - 14^2 305) + 1633^2 4514 (11^2 487 - 14^2 305) = 134368^8$ que figura en el cuadro.

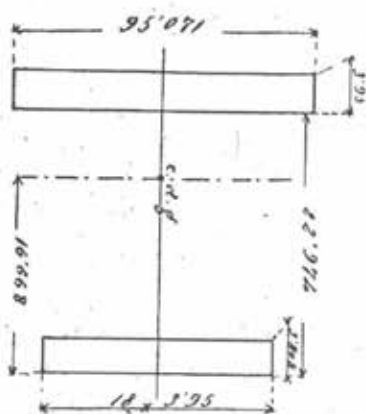
Para la inmersión de 4.^m 902 que corresponde á la cubierta de las pontonas, el momento de inercia pasa del valor que acabamos de determinar al correspondiente á la superficie del costado, durmientes y cajas de aire, superficie que puede asimilarse al polígono del adjunto croquis, obteniéndose para el momento de inercia el valor



$$\begin{aligned} & \frac{1}{12} 95^2 071 \times 3^2 95 + \frac{18}{12} \times 3^2 95 \\ & \times 3^2 808 + \frac{1}{12} 72 \times 0355 \times \\ & \frac{19^2 166}{3} + 375^2 53045 (24^2 949 \\ & - 15^2 12) + 210^2 5824 (15^2 12 - \\ & - 1^2 904 + 489^2 883 (15^2 120 - \\ & 13^2 391) = 90217^8, \text{ valor que fi-} \end{aligned}$$

gura en el cuadro. Para la inmersión de 5.^m 207 que corresponde á la superficie de los durmientes el momento de inercia pasa del valor que

acabamos de determinar al correspondiente á la superficie del costado y el de las cajas de aire que puede asimilarse á los dos rectángulos del adjunto croquis, obteniéndose para el momento de inercia el valor



$$\frac{1}{12} 95'071 \times 3'95^3 + \frac{18}{12} + 3'95 \times 3'808^3 + 375'53045 (24'949 - 16'668)^2 + 210'5824 (16'668 - 1'904)^2 = 72350'6$$

Para la inmersión de 6.^m002 permanece el momento de inercia igual al que acabamos de determinar.

Para la inmersión de 6^m802 que corresponde á la superficie de las cajas de aire, el momento de inercia pasa del valor anterior al correspondiente á la superficie del costado sólo en la parte que contiene los portales, que puede asimilarse á un rectángulo de

95^m071 × 3'95 cuyo momento de inercia es igual á

$$\frac{1}{12} 95'071 \times 3'95^3 = 488'3.$$

Hasta llegar á la inmersión de 9^m118 permanece constante al momento de inercia. Para esta inmersión, pasa este momento del valor anterior al correspondiente á la superficie del costado sin los portales, asimilable á un rectángulo de 109^m471 × 3^m95 cuyo momento de inercia es igual á $\frac{1}{12} 109'471 \times 3'95^3 = 562'2$.

Para las demás inmersiones permanece constante é igual al anterior este momento de inercia.

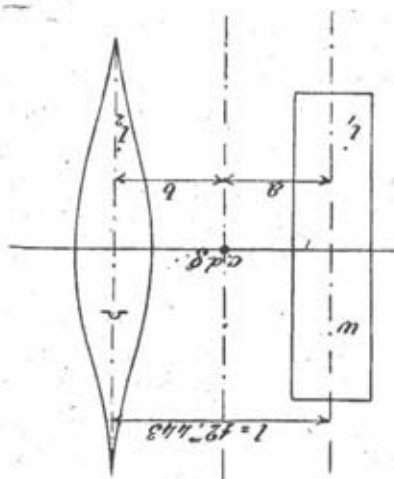
Los números de la columna 5 han sido tomados del cuadro núm. 1.

Para las posiciones en que la superficie del mar corta solamente al dique sin alcanzar el buque el momento de inercia de las flotaciones I que figura en el coeficiente de estabilidad es el correspondiente á las flotaciones del dique, momentos que hemos calculado ya.

Pero cuando el nivel del mar corta además al buque el momento de inercia I es el correspondiente conjunto de las flotaciones, que deberá calcularse teniendo en cuenta las superficies interceptadas en el dique y en el buque.

El cálculo de este momento de inercia queda reducido al caso de dos superficies de área conocida, cuyos ejes de simetría son paralelos al eje de momentos y cuyos centros de gravedad se conocen.

La distancia entre los centros de gravedad de ambas superficies es



igual á 12^m443 . Llamando ω al área del costado, Ω al área de la flotación del buque, a y b , respectivamente las distancias de los centros de gravedad de ambas superficies al centro de gravedad común y i_1 é i_2 respectivamente los momentos de inercia de ambas superficies con relación á sus centros de gravedad respectivos, el momento de inercia de todo el sistema con relación al eje que pasa por el centro de gravedad común es igual á

$$I = i_1 + i_2 + \omega a^2 + \Omega b^2$$

Por las propiedades del centro de gravedad sabemos que $\omega a = \Omega b$, como además tenemos $a + b = l = 12^m443$ podemos deducir para a y b , los siguientes valores.

$$a = \frac{\Omega l}{\Omega + \omega} \quad b = \frac{\omega l}{\Omega + \omega}$$

que substituídos en la expresión del momento de inercia la convierten en

$$I = i_1 + i_2 + \frac{\Omega \omega l^2}{(\Omega + \omega^2)} + \frac{\omega^2 \Omega l^2}{(\Omega + \omega^2)}$$

ó bien

$$I = i_1 + i_2 + \frac{\Omega \omega l^2 (\Omega + \omega)}{(\Omega + \omega^2)} \quad \text{ó simplificando}$$

$$I = l \times l \times \frac{\Omega \omega l^2}{\Omega + \omega}$$

El momento de inercia de la totalidad de las flotaciones se compone del momento l de la flotación del dique, del momento de la flotación del buque, ambos con relación á su centro de gravedad respectivo y el de la expresión $\frac{\Omega \omega l^2}{\Omega + \omega}$ que es función de las superficies de las flotaciones y del cuadrado de la distancia entre sus centros de gravedad respectivos. Los valores i_1 é i_2 figuran respectivamente en las columnas 5 y 6 del cuadro. Los valores de la última expresión, á la que hemos dado el nombre de momento de 2.º grado de las flotaciones de dique y buque con relación al centro de gravedad común se hallan indicados en la columna 8.

En la columna 7 se hallan inscritas las superficies Ω de las flotaciones del buque tomadas del cuadro n.º 1.

Los valores de I que figuran en la columna 9 deducidos por medio de la expresión que hemos determinado no son más que el resultado de las sumas de los números de las tres columnas 5, 6 y 8.

Conocidos los valores de I y de $V. H.$ una sencilla suma algebraica conduce á los valores del coeficiente de estabilidad que figura en la última columna del cuadro y que constituye el resultado final á que nos proponíamos llegar.

En el plano del estudio de la estabilidad del dique se han representado gráficamente varios de los valores que figuran en los cuadros anteriores y en particular la curva que representa el coeficiente de estabilidad, tomando como puntos pertenecientes á las curvas los extremos de las abscisas correspondientes á los valores que figuran en los cuadros. Las ordenadas de todas las curvas son las diversas inmersiones del dique de que se ha partido en todos los cálculos.

En el mencionado plano se han trazado los diversos centros de presión y de gravedad de todo el sistema correspondientes á las presiones consideradas del dique y las trayectorias que describen ambos puntos al pasar el dique de la máxima inmersión á la mínima. La curva que representa el coeficiente de estabilidad se ha reforzado con una ligera tinta roja para indicar mejor su posición.

El exámen de esta curva indica que el coeficiente de estabilidad crece rápidamente elevándose á un valor notable al hacerse el buque solidario con el dique (12^m 002 de inmersión), que á medida que el sistema va elevándose va decreciendo su valor, que experimenta un salto brusco, aunque poco importante al aparecer los portalones (9^m 7.8 inmersión) y continúa decreciendo cada vez más rápidamente hasta llegar á la inmersión de 6^m 802, que corresponde á la aparición de la superficie de las cajas de aire. Al aparecer dichos elementos del dique la estabilidad crece de repente para volver á decrecer lentamente á medida que el sistema va elevándose hasta que aparece la superficie de los durmientes, en cuya posición experimenta un nuevo é importante incremento, vuelve á decrecer hasta que aparece la superficie de las pontonas, en cuya posición experimenta otro notable incremento, elevándose al valor máximo que llega á alcanzar. A partir de esta posición hasta llegar á la máxima emersión decrece lijeraente el valor del coeficiente de estabilidad.

La estabilidad mínima corresponde á la posición en que la superficie de las cajas de aire coincide con la superficie del mar y el dique tienda á inclinarse sumergiendo las cajas de aire, pues si la oscilación se verificara en sentido contrario y apareciera fuera del agua la super-

ficie de las cajas de aire, la estabilidad se hallaría notablemente aumentada. El coeficiente de estabilidad para esta posición tiene el valor 23300 (despreciando las cifras significativas de las unidades y décimas) y el momento de estabilidad para una oscilación de $1.^\circ$, ó sea $\frac{1}{180} \pi$ tiene el valor de $60 \times 23300 = 1'027 \frac{\pi}{180} \times 23300 = 1'027 \times 0'017'453 \times 23300 = 417'6$ toneladas metros que se obtiene como sabemos ya multiplicando el coeficiente de estabilidad por el producto 60 del ángulo de inclinación por la diversidad del agua del mar.

El elevado valor que resulta para el mínimo momento de estabilidad del sistema para un grado de inclinación de una idea de la seguridad que ofrecería en la práctica el trabajo con el dique que proponemos, representando además una garantía suficiente contra una desigual repartición del agua interior que en un momento cualquiera puede fácilmente elevar los valores de los pares de fuerzas que tienden á inclinar el dique.

Si tenemos en cuenta que el momento de estabilidad del flotador $I - V_f H_f$ es igual á 42700 y comparamos esta cifra con los coeficientes de estabilidad que hemos determinado, vemos que el dique cargado tendría estabilidad propia independientemente del flotador para la casi totalidad de las posiciones pues sólo existen una serie de inmersiones comprendidas desde $6^m,802$ hasta poco más allá de $7^m,602$ para los cuales el coeficiente de estabilidad del conjunto no alcanza un valor tan elevado como el correspondiente al flotador.

Para la posición de mínima estabilidad el dique toma del flotador una parte de estabilidad representada por la diferencia

$$42700 - 23300 = 19400$$

entre la estabilidad del flotador y la del sistema entero, igual proximalmente la mitad de la estabilidad del flotador quedando algo más de la mitad de la estabilidad disponible como exceso de seguridad ó para hacer frente á las desiguales distribuciones de agua ó á otras causas accidentales de perturbación del equilibrio.

Este resultado tan favorable puede obtenerse tan sólo construyendo las cajas de aire de una altura relativamente grande, bastando examinar la curva representativa del coeficiente de estabilidad para ver que dada la forma de la misma si se redujera la altura dichas cajas poco tardaría dicha curva en cortar al eje de coordenadas y por consiguiente llegar á cero la estabilidad.

Puede también fácilmente demostrarse que para un dique de las dimensiones del actual, la altura de las cajas de aire debe ser superior á

la distancia que media entre el piso de pontonas y el canto inferior de quilla á menos de adoptar un flotador de dimensiones exageradas. En efecto, supongamos que reducimos la altura de las cajas de aire á 1^m100 encima el piso de pontonas, ó lo que es lo mismo que colocamos la superficie á la altura del canto inferior de quilla. Cuando el dique se halle flotando con el canto inferior de quilla enrasando con el nivel del mar (inmersión $\delta_m, 002$) el producto V. H. es igual á 53862 (cuadro n.º 4), y el valor de I igual al correspondiente al costado á la altura de los portalones I=488'3 resultando para el coeficiente de estabilidad el valor

$$38848'7 + 488'3 - 53862 = - 14525$$

cantidad negativa que representaría para el conjunto del sistema una falta absoluta de estabilidad, originándose enseguida fuertes inclinaciones en el mismo que irían aumentando hasta que el buque se sumergiese en el agua la cantidad suficiente para que la superficie de las flotaciones fuesen tales que pudiese realizarse la condición de estabilidad.

$$I + I_f > V H + V_f H_f + \Sigma I_f$$

Podemos pues, dejar sentado que en un dique de la potencia y dimensiones aproximadas del que nos ocupa si no se adoptan flotadores mayores que el que nos proponemos adoptar la estabilidad sería imposible pasa ciertas posiciones si las cajas de aire no tuviesen una altura superior al canto inferior de quilla. Por esto hemos adoptado la altura de 1^m900 ó sea 0^m800 encima el canto inferior de la quilla del buque, con objeto de que al desaparecer la superficie de las cajas de aire debajo el agua, la superficie de la flotación del buque sea tal que permita realizar la condición de estabilidad que hemos determinado. Los cálculos que acabamos de indicar demuestran que con estas dimensiones hemos logrado no solo una estabilidad suficiente sino del todo holgada.

Demostrada la completa estabilidad del dique para todas las posiciones que puede ocupar, cuando se halle cargado con un buque podríamos prescindir de la justificación de su estabilidad cuando se halla flotando solo á cualquier altura, pues sin el buque que eleva extraordinariamente el centro de gravedad del sistema y conduce á un desplazamiento mayor, elevando de una manera notable el valor de los productos V. H. se comprende que la estabilidad debe ser siempre muy elevada.

Para completar convenientemente este estudio hemos efectuado el cálculo del coeficiente de estabilidad para este caso, partiendo de los datos del cuadro n.º 2 consignando los resultados en el siguiente cuadro n.º 5, en cuya última columna figura el coeficiente de estabilidad.

CUADRO NÚM. 5

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESTABILIDAD PARA EL DIQUE SIN CARGA

Inmersiones	Volumenes desplazados	Pesos desplazados	Peso del agua interior	Momento horizontal de los pesos desplazados	Momento del agua interior	Peso de agua en el costado	Peso de agua en las pontonas	Momento vertical de	Momento vertical de	Suma de momentos verticales	Altura del centro de gravedad	Altura del centro de presión	Altura entre los centros de g. y de presión	Productos	Momentos de inercia de las flotaciones	Coefficiente de estabilidad
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<i>Metros</i>	<i>Metros cúbicos</i>	<i>Toneladas</i>	<i>Toneladas</i>	<i>Tonels. metros</i>	<i>Tonels. metros</i>	<i>Toneladas</i>	<i>Toneladas</i>	<i>Tonels. metros</i>	<i>Tonels. metros</i>	<i>Tonels. metros</i>	<i>Metros</i>	<i>Metros</i>	<i>Metros</i>	<i>Metros³</i>	<i>Metros⁴</i>	<i>Metros³</i>
4'902	10126'9	10400'3	6980'13	148776'1	88893'7	647'1	6333'2	542'9	12734'3	28653'2	2'755	2'451	0'304	3078'58	134368'8	170138'9
5'207	10455'0	10737'3	7317'3	153889'5	94007'1	739'3	6578'0	708'6	13737'8	29822'4		2'533	0'245	2561'48	90217'8	125987'9
6'002	10921'0	11215'9	7795'9	161866'4	101984'0	924'3	6871'6	1107'6	14961'6	31475'2	2'7775	2'664	0'142	1550'78	72350'6	108637'8
6'802	11389'9	11697'4	8277'4	169893'5	110911'1	1108'9	7168'5	1594'2	15317'5	32287'7	2'806	2'818	0'578	658'34	72350'6	111957'6
7'602	11690'3	12006'0	8586'0	177591'1	117708'7	1417'4	7168'5	2604'6	15317'5	33298'1	2'7602	2'930	0'157	1835'38	488'3	40095'3
8'402	11990'17	12314'5	8894'5	185288'8	125406'4	1726'0	7168'5	3862'2	15317'5	34555'7	2'7735	3'057	0'251	3009'67	488'3	41172'4
9'202	12291'2	12623'0	9203'0	192986'4	133104'0	2034'5	7168'5	5366'2	15317'5	36059'7	2'8051	3'198	0'300	3687'36	488'3	42346'7
9'718	12484'9	12822'0	9402'0	197951'4	138069'0	2233'5	7168'5	6407'4	15317'5	37160'9	2'8567	3'295	0'307	3687'36	488'3	43024'4
10'002	12607'7	12948'1	9528'1	201098'0	141215'5	2359'7	7168'5	7218'9	15317'5	37912'4	2'8982	3'559	0'561	4956'51	488'3	44293'5
10'802	12953'7	13303'4	9883'4	209961'5	150079'1	2714'9	7168'5	9555'7	15317'5	40249'2	2'9280	3'547	0'522	562'2	562'2	44367'5
11'602	13299'6	13658'7	10238'7	218825'1	158924'7	3070'2	7168'5	12220'5	15317'5	42914'0	3'0255	3'746	0'605	7072'92	562'2	46483'8
12'002	13472'6	13836'3	10416'3	223256'9	163374'5	3247'6	7168'5	14150'10	15317'5	44843'5	3'1418	3'850	0'609	6761'83	562'2	46772'7
12'500	13687'9	14057'5	10637'5	228774'5	168392'1	3468'9	7168'5	15317'5	15317'5	46927'0	3'380	3'982	0'644	8046'26	562'2	47457'1
														8205'	562'2	47615'8
														8815'	562'2	48226'9

Cuadro n.º 5.

Las diversas columnas de este cuadro no necesitan explicación detallada por ser análogas á las de los cuadros anteriores similares y haberse seguido análogo procedimiento de cálculo.

Por la última columna del cuadro puede verse que la estabilidad es muy grande mientras permanecen fuera del agua las cajas de aire, que al sumergirse éstas la estabilidad que se obtiene es debida á la existencia del flotador hasta llegar próximamente á la inmersión de $9,^{m}202$ á partir de la cual el dique tendría estabilidad propia independientemente del flotador. Para cualquier posición la estabilidad es más elevada que la mínima correspondiente al caso anterior que hemos estudiado.

Momentos de estabilidad del flotador

Para terminar con el estudio de la estabilidad del dique calcularemos los momentos de estabilidad del flotador para diversos grados de inclinación, lo que contribuirá á completar los datos necesarios para demostrar la gran energía con que el flotador puede venir en auxilio del dique, pudiendo utilizarse los resultados si se quiere hacer el estudio de la estabilidad del sistema para posiciones distintas de la posición normal de equilibrio.

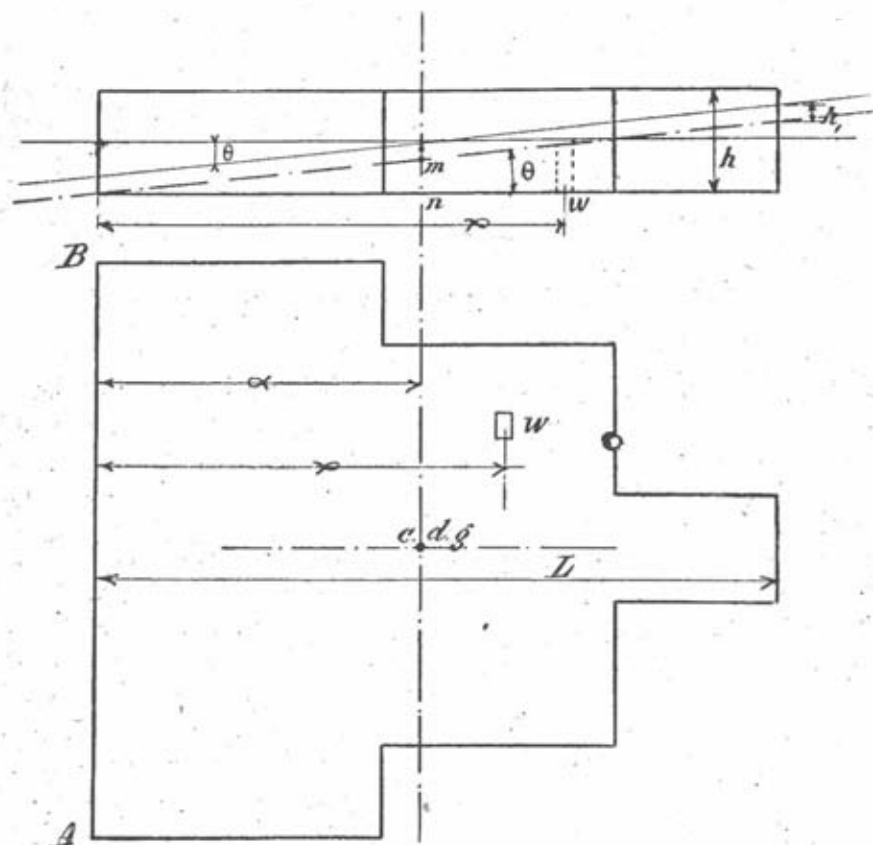
Para el cálculo de los momentos de estabilidad del flotador determinaremos en primer lugar la posición de los centros de presión correspondientes á las varias inclinaciones y deduciremos luego las distancias entre dichos centros y el de gravedad, medidos según la horizontal que como es sabido, son los brazos de palanca del par de estabilidad. El producto de estos brazos de palanca por el peso del flotador será igual al momento de estabilidad.

Para este cálculo distinguiremos dos casos: 1.º toda la superficie superior del flotador permanece fuera del agua: 2.º la superficie superior del flotador inmerge en el agua.

Para el estudio del primer caso imaginemos que cortamos el flotador por un plano paralelo á la flotación, pasando por el canto inferior A. B. con relación al cual hemos calculado anteriormente el momento de inercia. El volumen desplazado quedará dividido en dos partes, una inferior al plano que hemos trazado, otra superior. La inferior tie

ne un centro de gravedad para nosotros desconocido á priori: la superior tiene su centro de gravedad situado sobre la vertical del centro de gravedad de la superficie horizontal del flotador y á la mitad de la altura del prisma oblicuo formado por este volumen superior.

Para conocer la posición del centro de presión tomaremos como planos de comparación el inferior del flotador y su perpendicular que pasa por A. B. Calcularemos los momentos de los volúmenes con relación á estos dos planos y dividiéndolos por el volumen desplazado, que



permanece constante para todas las posiciones, obtendremos las coordenadas del centro de presión con relación á dichos planos de comparación.

Llamando v_1 el volumen superior al plano paralelo á la flotación que pasa por A. B. v_2 el volumen inferior y V el volúmen total desplazado, tendremos

$$v_1 = V - v_2$$

El volúmen v_2 será igual al área total de la superficie horizontal del flotador, que llamaremos Ω por la altura $m n$ de la vertical que pasa por el centro de gravedad de la base. Tendremos pues,

$$V_2 = \Omega \times m n$$

pero $m n = \alpha \operatorname{tg.} \theta$, por consiguiente

$$V_2 = \Omega \alpha \operatorname{tg.} \theta$$

y

$$V = V - \Omega \alpha \operatorname{tg.} \theta$$

La altura h_1 del prisma oblicuo superior, será igual á

$$h_1 = \frac{V - \Omega \alpha \operatorname{tg.} \theta}{\Omega} = \frac{V}{\Omega} \alpha \operatorname{tg.} \theta$$

y como $\frac{V}{\Omega}$ es igual á la semialtura del flotador igual $0,721$ tendremos

$$h_1 = 0,721 - \alpha \operatorname{tg.} \theta$$

Si llamamos ω al área de un elemento cualquiera del volumen inferior situado á la distancia x de la línea $A B$. la altura correspondiente á este elemento será igual á $x \operatorname{tg.} \theta$ y su volumen igual á $\omega x \operatorname{tg.} \theta$; el momento de este volumen elemental con relación al plano que se proyecta en $A B$. es igual á $\omega x^2 \operatorname{tg.} \theta$ y el momento de todo el volumen inferior será igual á $\Sigma \omega x^2 \operatorname{tg.} \theta$ y como $\Sigma \omega x^2$ es el momento de inercia de la base del volumen ó de la superficie del flotador al cual llamaremos I_{AB} y $\operatorname{tg.} \theta$ es constante para todo el volumen, el momento con relación al plano que se proyecta en $A B$. será igual á $I_{AB} \operatorname{tg.} \theta$.

El momento del volumen superior con relación al mismo plano será igual á

$$(V - \Omega \alpha \operatorname{tg.} \theta) \alpha$$

La coordenada horizontal del centro de presión, será pues igual á

$$\frac{I_{AB} \operatorname{tg.} \theta + (V - \Omega \alpha \operatorname{tg.} \theta) \alpha}{V} \quad (1)$$

De la misma manera encontraríamos para momento, con relación al plano horizontal del volumen inferior

$$\Sigma \omega x \operatorname{tg.} \theta \times \frac{x \operatorname{tg.} \theta}{2} = \Sigma \omega x \frac{2 \operatorname{tg.}^2 \theta}{2} = I_{AB} \frac{\operatorname{tg.}^2 \theta}{2}$$

y del volumen superior

$$(V - \Omega \alpha \operatorname{tg.} \theta) \left(x \operatorname{tg.} \theta + \frac{\alpha}{2} \right) = (V - \Omega \alpha \operatorname{tg.} \theta) \left(x \operatorname{tg.} \theta + \frac{V - \Omega \alpha \operatorname{tg.} \theta}{2 \Omega} \right)$$

ó bien

$$(V - \Omega \alpha \operatorname{tg.} \theta) \left(\frac{V}{2 \Omega} + \frac{x \operatorname{tg.} \theta}{2} \right)$$

La coordenada vertical del centro de presión será pues igual á

$$I_{x_1} \frac{\text{tg.}^2 \theta}{2} + (V - \Omega \alpha \text{tg.} \theta) \left(\frac{V}{2\Omega} + \frac{\alpha \text{tg.} \theta}{2} \right) \quad (2)$$

Las expresiones (1) y (2) serán utilizables hasta llegar á la posición en que la superficie horizontal del flotador penetre en el agua, para cuya posición se verificará

$$L \text{tg.} \theta + h_1 = h.$$

siendo L el mayor ancho del flotador y h su altura. Esta relación puede escribirse

$$L \text{tg.} \theta + 0'721 - \alpha \text{tg.} \theta = 1'442$$

ó bien

$$\text{tg.} \theta (20'427 - 8'00718) = 0'721$$

de la cual

$$\text{tg.} \theta = \frac{0'721}{12'41982} = 0'058052$$

que corresponde á un ángulo de $3^\circ 20'$.

Sustituyendo valores y efectuando operaciones en las expresiones (1) y (2) se obtiene

$$122'076380 \text{tg.} \theta + 8'00718 - 88'925009 \text{tg.} \theta$$

ó bien

$$8'00718 + 33'151371 \text{tg.} \theta$$

y

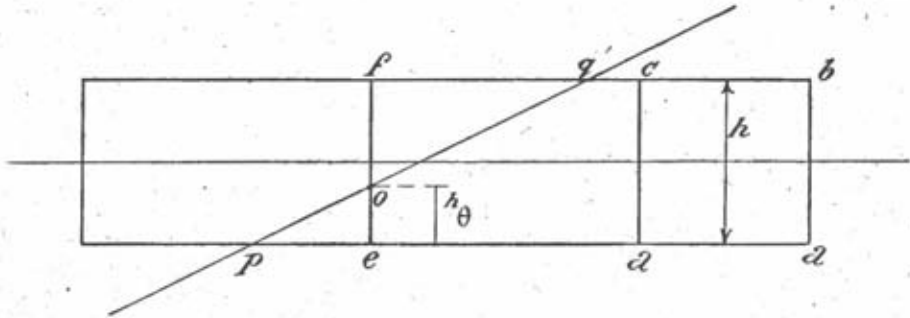
$$0'3605 + 16'575686 \text{tg.}^2 \theta$$

Sustituyendo en ellas los valores correspondientes de $\text{tg.} \theta$ para los ángulos de $1^\circ 2'$ y $3^\circ \dots$ hasta llegar al límite de $3^\circ 20'$ se obtiene para las ordenadas del centro de presión los valores

Ángulos de inclinación GRADOS	Tangentes de los ángulos	Coordenadas del centro de presión	
		Horizontales	Verticales
1°	0'017455	8'5858	0'3656
2°	0'034921	9'1649	0'3807
3°	0'052408	9'7446	0'4000
3° 20'	0'058052	9'9317	0'4164

Para la determinación del centro de presión en el segundo caso efectuaremos el cálculo de momentos con relación á los mismos planos de comparación y dividiremos también por el volumen para obtener las coordenadas del mismo. El volumen desplazado por el flotador es igual al volumen de las dos porciones a. b. c. d. y c. d. e. f. mas el prisma triangular é. ó. p. menos el prisma triangular f. ó. g. Llamando

h_0 la altura interceptada por la flotación sobre el lado e. f. y llamando l_1 y l_2 respectivamente las longitudes de los prismas c. o. p. y f. o. g. tendremos



$$\text{Volumen o. é. p.} = l_1 h_0 \frac{h_0}{\text{tg. } \theta} \times \frac{1}{2} = \frac{l_1 h_0^2}{2 \text{tg. } \theta}$$

$$\text{Volumen f. o. g.} = l_2 (h - h_0) \frac{1}{2} \frac{h - h_0}{\text{tg. } \theta} = \frac{l_2 (h - h_0)^2}{2 \text{tg. } \theta}$$

y por consiguiente

$$\text{Volumen desplazado} = V = \text{vol a b. c. d.} + \text{vol c d. e f.} + \frac{l_1 h_0^2 - l_2 (h - h_0)^2}{2 \text{tg. } \theta}$$

y sustituyendo valores

$$V = 1515'795411 + \frac{59'5905 h_0^2 - 50'469 (h - h_0)^2}{\text{tg. } \theta}$$

ecuación que puede ponerse bajo la forma

$$h_0^2 + 15'957089 h_0 + 24'64409263 \text{tg. } \theta - 11'5050618 = 0$$

de la cual podremos deducir para h_0 el valor

$$h_0 = -7'9785445 + \sqrt{7'9785445^2 - 24'64409263 \text{tg. } \theta + 11'5050618}$$

Para el cálculo de los momentos tendremos

Volumen a b c d	}	momento horizontal = 680'266156
		momento vertical = 26'663329
Volumen c d e f	}	momento horizontal = 16686'9414
		momento vertical = 1066'225164

$$\begin{aligned} \text{Volumen o e p} & \left\{ \begin{aligned} \text{momento horizontal} &= \frac{1 h_0^2}{2 \operatorname{tg} \theta} \left(6'204 - \frac{h}{3 \operatorname{tg} \theta} \right) \\ \text{momento vertical} &= \frac{1 h_0^2}{2 \operatorname{tg} \theta} \frac{h}{3} = \frac{1 h_0^3}{6 \operatorname{tg} \theta} \end{aligned} \right. \\ \text{Volumen o f g} & \left\{ \begin{aligned} \text{momento horizontal} &= \frac{(l_2 h - h_0^2)}{2 \operatorname{tg} \theta} \left(6'204 + \frac{h - h_0}{3 \operatorname{tg} \theta} \right) \\ \text{momento vertical} &= \frac{l_2 (h - h_0^2)}{2 \operatorname{tg} \theta} \left(h_0 + \frac{2}{3} (h - h_0) \right) = \\ &= \frac{l_2 (h - h_0^2)}{2 \operatorname{tg} \theta} \left(\frac{2 h + h_0}{3} \right) \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

Las coordenadas del centro de presión serán pues:

Coordenada horizontal =

$$\frac{17367'207556 + 1 h_0^2 \left(6'204 - \frac{40}{3 \operatorname{tg} \theta} - l_2 (h - h_0^2) \left(6'204 + \frac{h - h_0}{3 \operatorname{tg} \theta} \right) \right)}{2 \operatorname{tg} \theta}$$

Coordenada vertical

$$\frac{1092'888493 + \frac{1 h_0^3 - l_2 (h - h_0^2) (2 h + h_0)}{6 \operatorname{tg} \theta}}{V}$$

Las expresiones anteriores son utilizables á partir de una inclinación tal que el lado proyectado en c se sumerja en el agua. Para esta posición limite se verifica que

$$h_0 = h - 10^m 160 \operatorname{tg} \theta$$

Sustituyendo este valor en la expresión h_0 se obtiene después de las convenientes simplificaciones

$$\operatorname{tg}^2 \theta - 1'615698 \operatorname{tg} \theta + 0'13162732 = 0$$

de la cual

$$\operatorname{tg} \theta = 0'8078488 \pm \sqrt{0'8078488^2 - 0'13152732} = 0'08599$$

que correspondé á un ángulo de $4'55''$

La inclinación final desde la que dejarán de ser aplicables las relaciones anteriores corresponde al instante de salir del agua el lado proyectado en e. Para esta inclinación se verifica

$$V = 1515'795411 \frac{50'469 \times h^2}{\operatorname{tg} \theta} \text{ ó bien } 224'791091 = \frac{50'469 \times 1'442^2}{\operatorname{tg} \theta}$$

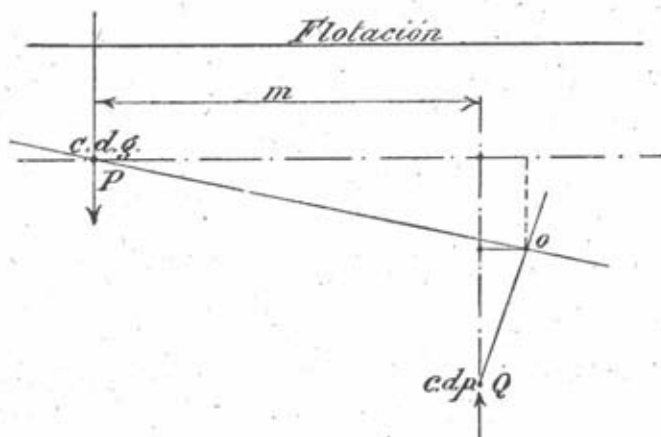
de la cual $\operatorname{tg} \theta = 0'466847$ que corresponde á un ángulo de $25''$.

A continuación se indican los resultados de las operaciones principales para obtener las coordenadas del centro de presión en este caso y los valores de estas coordenadas para diversos ángulos com-

prendidos entre los dos límites de aplicación de las relaciones que aca-
hamos de determinar.

Angulos de inclinación	Valores de h θ	Momentos de los volúmenes		Coordenadas del centro de presión	
		Horizontales	Verticales	Horizontales	Verticales
4° 55	0'5680	13961'5662	580'951	10'8145	0'450
6°	0'5404	14568'6	676'486	11'2847	0'524
7°	0'5148	14856'9	715'2'6	11'508	0'554
8°	0'4888	15134'4	744'909	11'7230	0'577
9	0'4630	15257'1	752'656	11'8180	0'583
10	0'4347	15357'4	780'412	11'8957	0'6045
11	0'4103	15449'1	796'550	11'9607	0'617
12	0'3826	15502'4	808'169	12'008	0'626
13	0'3566	15554'0	818'497	12'048	0'634
14	0'3281	15587'6	827'534	12'074	0'641
15	0'3020	15619'9	836'571	11'099	0'648
16	0'2735	15591'5	840'447	12'077	0'651

Deducidas ya en ambos casos las coordenadas del centro de presión, fácil nos será calcular el brazo de palanca del par de estabilidad. Este brazo de palanca según indica el adjunto croquis tiene el siguiente valor:



$m = P O \cos \theta - O Q \sin \theta$ siendo P. O. la distancia entre los centros de gravedad y de presión medida paralelamente al plano horizontal inferior y O Q la distancia entre los mencionados centros, medida paralelamente al plano vertical de comparación.

El siguiente cuadro indica para los diversos ángulos que hemos estudiado hasta llegar á 16°, los valores de P O y O Q, el valor del brazo de palanca m y el momento de estabilidad resultante que es á lo que nos proponíamos llegar.

Ángulos de inclinación	Distancia entre los centros de gravedad de presión		Brazos de palanca del par de estabilidad	Momento de estabilidad
	Horizontales	Verticales		
	P O.	O Q.		
1°	0'5787	0'0713	0'5775	765'74
2°	1'1577	0'0562	1'1546	1530'95
3°	1'7374	0'0309	1'7341	2299'35
3° 20'	1'9245	0'0200	1'9195	2544'98
4° 55'	2'8073	0'0131	2'8626	3795'41
6°	3'2775	0'087	3'2702	4335'96
7°	3'5008	0'117	3'4906	4628'05
8°	3'7158	0'140	3'6981	4903'16
9°	3'8108	0'146	3'7878	5022'09
10°	3'8885	0'168	3'8594	5117'02
11°	3'9595	0'180	3'9226	5200'81
12°	4'0008	0'189	3'9521	5239'93
13°	4'0408	0'197	3'9801	5277'06
14°	4'0668	0'204	3'9942	5295'75
15°	4'0918	0'211	1'0073	5313'18
16°	4'0608	0'214	3'9699	5263'53

El examen del cuadro anterior demuestra que el máximo momento de estabilidad del flotador corresponde á una inclinación muy próxima á 15°, alcanzando un valor muy próximo á 5313 toneladas metros, valor que tomaremos en los cálculos de resistencia de los brazos de los paralelogramos.

Refuerzo del puente de servicio de la dársena

Una de las obras que es necesario hacer para que el dique funcione regularmente, es el refuerzo del puente ó pasarela de servicio de la dársena.

Esta pasarela, además de facilitar el tránsito de peatones y arras-

tre de materiales para llegar hasta el dique, tiene por objeto servir á éste de guía, de modo que cuando todos sus flotadores se hallan completamente atracados á la pasarela hay la completa seguridad de que las secciones están sobre las fosas de inmersión y colocadas convenientemente para entrar en ellas y que al propio tiempo se halla el dique paralelo al muro de costa, de modo que si las pontonas enfilan bien los espacios libres entre careneros no hay el temor de que entre en ellos oblicuamente.

Resulta pues indispensable amarrar el dique á esta pasarela; pero se la construyó con entramado de madera, teniendo en cuenta los pesos que había de soportar pero prescindiendo del esfuerzo lateral que producen estas amarras y como en días de vientos duros actuando sobre la inmensa pantalla que forma el costado del dique, este esfuerzo resulta de mucha consideración, habiéndose observado que produce fuertes oscilaciones en el entramado, apesar de que nada deja éste que desear en sus arriostramientos transversales.

En vista de estos hechos y teniendo en cuenta que las obras de madera en este puerto tienen vida muy precaria, se formuló un proyecto para reforzar este puente construyendo un terraplén de arenas con los taludes revestidos con sacos de hormigón y enterrando en él los muertos y amarras necesarios de tal modo que este macizo sea el que resista el estuerzo del dique en tiempos duros, dejando á la plataforma de madera el servicio para el cual fué construído.

Aprobado este proyecto por R. O. de 10 de Noviembre de 1902, se procedió inmediatamente á comenzar las obras que hoy se hallan en periodo de construcción, habiéndose ejecutado 1,677 metros cúbicos de terraplén, importando los gastos hechos hasta fin de Diciembre 6,130'10 pesetas, comprendiéndose en ellos los de preparación de barcas y elementos para realizar la obra.

Muelle de Cataluña

He dicho ya que parte de este muelle se halla destinado á taller de bloques para la contrata del dique del Este y por lo tanto nada ha podido hacerse para terminarlo, aún cuando se encuentre en periodo de construcción.

Sin esperar á que la mencionada contrata termine sus obras podrá concluirse la parte de este muelle que queda por hacer, pero conviene que antes se desmonte la parte más saliente de la Isleta, con objeto de no estrechar la boca de entrada al puerto con perjuicio de la navega-

ción, y aún cuando se ha presentado el proyecto para realizar esta obra, no puede emprenderse hasta que lo apruebe la Superioridad. Así pues únicamente se han hecho en este muelle las obras de conservación indispensables para sostener el tráfico.

Muelle nuevo

Hemos comenzado la obra de ampliación de este muelle en 17 de Julio de 1902, habiéndose construido desde aquella fecha 89'00 metros lineales de cimiento del muro hasta última hilada. Se han dragado 6.620 metros cúbicos para abertura de zanja de fundación y se han colocado además 294 bloques en diferentes hiladas.

El trabajo en este sitio es sumamente penoso, porque ha de combinarse con el tráfico de barcazas que utilizan el muelle actual y el atraque al mismo de grandes trasatlánticos; se colocan éstos á suficiente distancia del muelle para que por su popa pasen las barcazas bajo los cabos de amarre, se han dejado en el nuevo muro de muelle portillos que permitan el paso de estas barcazas hasta el antiguo, y así, con las acertadas disposiciones de la Comandancia de Marina para el atraque de los barcos y un poco de buena voluntad por parte de los usuarios del muelle y del contratista se consigue ir construyendo la parte más costosa y difícil de la obra, que es el muro de paramento, sin haber tenido que inutilizar el muelle antiguo para el tráfico comercial. Es evidente que cuando los rellenos de tierras que han de verse detrás del muro tomen gran altura será imposible seguir de este modo, pero calculo que en tal momento estará terminado totalmente el muelle de Baleares y que á él podrán trasladarse los servicios hoy establecidos en el Nuevo, con lo cual se terminará éste sin causar perturbación alguna al tráfico comercial.

Otra dificultad de no escasa importancia se ha presentado al construir esta obra, que consiste en la necesidad de desmontar el antiguo morro del puerto cuyas escolleras se encuentran en el extremo Norte del muro proyectado. La operación es bastante difícil y arriesgada porque no hay otro procedimiento que ir embragando las piedras empleando buzos y sacarlas con una grua y cualquier corrimiento en los taludes de este macizo podría ocasionar sensibles accidentes; por tal motivo estos trabajos resultarán muy lentos, pues en ellos han de adoptarse toda clase de precauciones.

En la Memoria anterior consigné los planos que se habían formado para la buena utilización de la zona de servicio de este muelle que sin

disputa puede ser la más amplia del puerto y por tanto la que más utilidad puede prestar al comercio. Desgraciadamente en este asunto no se ha adelantado un paso, continúa la sociedad *Navegación é Industria* ocupando con sus talleres del Nuevo Vulcano gran parte de aquella zona en forma que impide el aprovechamiento de la playa contigua; la Junta ha oficiado repetidas veces á la Superioridad pretendiendo que aquellos terrenos queden libres, la Cámara de Comercio ha informado contra la permanencia de los talleres citados en el sitio que ocupan; ha conseguido la Sociedad que se pidiera informe al Municipio, sin duda esperando que se retrase de este modo la resolución del asunto, consiguiendo lo que se proponía y entre tanto, no pudiendo emprender las obras de distribución de aquella zona probablemente se terminará el muro de muelle sin tenerla preparada y cuando menos el perjuicio de que se retrasen por bastante tiempo los beneficios que ha de reportarle esta obra.

Ampliación de la playa de la mar vieja

A pesar de las consideraciones que anteceden, he creído que no debían suspenderse las obras de ampliación de la playa de la mar vieja, porque más ó menos tarde desaparecerán las construcciones que ocupan la zona de servicio del muelle nuevo y en aquel momento será muy útil disponer de la playa, y como ésta se forma con los aterramientos que lleva la corriente litoral es siempre muy lenta su formación.

Dije ya en la Memoria anterior que para fomentar estos aterramientos se construía un espigón, el cual ha continuado haciéndose durante el pasado ejercicio si bien se suspendieron las obras durante los meses estivales para evitar molestias á los bañistas, pues la escollera que se emplea es extraída de los antiguos macizos que defendían el puerto sobre los cuales se halla establecido el paso que dá acceso á los baños.

Los resultados obtenidos con esta obra no pueden ser más satisfactorios, pues el avance de la playa es tan evidente que durante esta última campaña se calcula en 11 metros, debiendo advertir que para atender las necesidades de todas las obras del puerto, incluso las que se realizan por contrata, se extrae toda la arena de esta playa, y el volumen sacado de ella en esta campaña de invierno excede de 7,500'00 metros cúbicos; este avance no sólo ocurre en las inmediaciones del espigón que se está construyendo, sino que afecta á toda la zona hasta

el río Besós, por lo cual probablemente se prescindirá del segundo espigón que había de hacerse, prefiriendo alargar el que ahora se construye para que el ensanche de la playa sea mayor.

En vista de estos resultados y considerando que estos aterramientos pertenecen al Estado, pero que probablemente se irán invadiendo por la iniciativa particular sin derecho para ello ó que quizás se otorguen para hacer instalaciones poco beneficiosas al interés público, me creí en el deber de dar cuenta á la Junta de mis observaciones por sí, acudiendo oportunamente, podía construirse sin grandes gastos un paseo marítimo que enlace el Muelle Nuevo con el Parque y á este fin pasé la siguiente comunicación:

Obras públicas.—Puerto de Barcelona á cargo de la Junta del Puerto. —Dirección facultativa. Núm. 1.—Las obras que se están realizando para ampliar la playa de la mar vieja han empezado á surtir sus efectos en términos tan favorables que en algunos puntos ha retrocedido 11 metros de la línea de agua.

Ciertamente que no pueden considerarse estos aterramientos como definitivos, pues bien claramente demuestra la experiencia que su formación se realiza por sucesivos avances y retrocesos de la línea de agua, pero aún así, cabe afirmar que en plazo no lejano se habrá conseguido ganar mucha extensión de terreno dentro del mar.

Ahora bien, como el avance de la costa no se reduce al espacio que abarca la zona marítima del puerto en la nombrada playa de la mar vieja, sino que fatalmente ha de extenderse en dirección al río Besós, entiendo que en plazo no lejano podrá disponerse en esa costa de un aumento considerable de ancho en toda la playa, el cual puede utilizarse en bien de la ciudad y del comercio si se adoptan las necesarias precauciones para evitar invasiones fraudulentas en los terrenos que se están formando; pues sobre ellos podría establecerse un amplio camino que permitiera llevar el tráfico del puerto en dirección de los barrios de la parte Norte de la ciudad, disminuyendo el tránsito por el Paseo Nacional.

Este camino habría de enlazarse con las calles de la población, salvando el ferrocarril de M. Z. A., lo cual es muy difícil si no se utiliza el paso superior que el Municipio tiene establecido en la Sección Marítima del Parque.

Considerando que esta obra tiene importancia suma para la ciudad y especialmente para el barrio de la Barceloneta; que la mayor parte de los terrenos que ocupará, aún cuando se formen á consecuencia de las obras que, realizadas por esa digna Junta, están fuera de la zona marítima especial del puerto y que el Municipio, desconociendo la formación de esos terrenos, difícilmente puede solicitar antes de que en ellos

se otorguen concesiones que imposibiliten la realización de esta mejora; me he creído en el deber de dirigir á V. E. esta comunicación por si esa digna Junta estima conveniente tomarla en cuenta y trasladar al Ayuntamiento los antecedentes que dejo expuestos, para que en su vista adopte los acuerdos que juzgue más beneficiosos á los intereses de la población. - Dios guarde á V. E. muchos años. - Barcelona 2 Enero de 1903.—El Director facultativo, *Carlos de Angulo*.—Excelentísimo Sr. Presidenté de la Junta del Puerto.

La zona marítima especial del puerto, en virtud de R. O. de 19 de Marzo de 1860, termina en los baños del Astillero, y por lo tanto la mayor parte de este paseo se hallará en terrenos del Estado fuera de los que administra la Junta. Así pues no corresponde á ésta proyectar ni construir el paseo; su único deber, que ha cumplido, se reduce á dar aviso de lo que ocurre por si el Municipio, anticipándose á los particulares, quiere pedir la concesión de estos aterramientos y realizar una obra que, en mi opinión, será de poquísimo costo y de indiscutible utilidad para el vecindario de esta capital.

Durante el año anterior se han gastado en estas obras de ampliación de la playa las siguientes cantidades:

Jornales y materiales empleados en 1902 en la ampliación de la playa de la Mar Vieja

MESES	JORNALES — Pesetas	MATERIALES — Pesetas	TOTALES — Pesetas
Enero	1,367'69	—	1,367'69
Febrero	1,351'53	124'00	1,475'53
Marzo	1,340'05	—	1,340'05
Abril	1,257'80	29'50	1,287'30
Mayo	1,317'19	642'30	1,959'49
Junio	—	—	—
Julio	—	—	—
Agosto	—	—	—
Septiembre	—	—	—
Octubre	942'21	240'00	1,182'21
Noviembre	1,361'06	—	1,361'06
Diciembre	836'43	—	836'43
<i>Totales.</i>	9,773'66	1,035'80	10,809'46

Muelle de Baleares

Han continuado sin interrupción las obras de este muelle que, indudablemente terminarán este año. Las cantidades ejecutadas en este muelle y el muelle Nuevo, que son objeto de una misma contrata, son las siguientes:

AÑO DE 1902

Muelles de España, Baleares y Nuevo

18935'682	Metros cúbicos de hormigón en bloques á 20'25 pesetas.	383447'560
18492'770	Metros cúbicos de hormigón en bloques colocados á 4 pesetas.	73971'080
30550'650	Metros cúbicos de terraplén bajo el nivel del mar á 1'70 pesetas	51936'105
23297'070	Metros cúbicos de terraplén hecho por Administración.	»
958'411	Metros cúbicos de mampostería hidráulica á 16'15 pesetas.	15478'337
1114'907	Metros cúbicos de mampostería ordinaria á 10'60 pesetas.	11818'014
13013'600	Metros cúbicos de dragado á 1 peseta.	13013'600
50'375	« « de dragado á mano á 3 pesetas.	151'125
4'160	« « de hormigón bajo el agua á 29'50 pesetas.	122'720
140'192	Metros cúbicos de sillería aplantillada á 105 pesetas.	14720'160
6'780	Metros cúbicos de sillería recta á 80 pesetas.	542'400
457'750	» lineales de arreglo de la base de asiento á 14 pesetas.	6408'500
20022'020	Kilogramos de hierro fundido en bolardos y placas á 0'50 pesetas.	10011'010
3648,260	Kilogramos de hierro forjado en tirantes y tuercas á 1 peseta.	3648'260
21'180	Metros cúbicos de mampostería y sillería demolidas á 4 pesetas.	84'720
	Colocación y pintura de 7 bolardos á 27 pesetas.	189'000
	TOTAL.	585542'591

Por cuyos trabajos han sido abonados á la Sociedad contratista, en virtud de las certificaciones correspondientes, las cantidades que se expresan á continuación:

1902

Obras ejecutadas en

Enero	30593'03 pesetas.
Febrero	44184'22 »
Marzo	29604'78 »
Abril	49072'32 »
Mayo	40282'78 »
Junio	53013'44 »
Julio	52820'25 »
Agosto.	67801'68 »
Septiembre.	61282'20 »
Octubre	47189'12 »
Noviembre.	54319'87 »
Diciembre	55378'90 »
TOTAL.	<u>585542'59 pesetas.</u>

Debo advertir que, habiendo emprendido importantes trabajos de dragado en el interior del puerto, he utilizado las prescripciones del art. 45 del pliego de condiciones generales de Obras públicas para verter en el relleno de este muelle todos los productos que, procedentes de dicho dragado, son buenos para formar terraplén, llevando á vertedero en alta mar aquellos que tienen malas condiciones, y por lo tanto que en esta obra se viene obteniendo la economía correspondiente á la parte de relleno que se hace por administración, la cual en el ejercicio pasado alcanza á 30.940'20 pesetas correspondientes á 2.398 metros cúbicos sobre el nivel del mar y 15.520 metros cúbicos bajo el nivel del mar que son los vertidos por cuenta de la Junta. Las ventajas del sistema adoptado pueden sintetizarse en los siguientes términos: rapidez de ejecución, economía en el volumen que ha de pagarse al contratista, acortamiento de distancia de transporte en los productos del dragado y disminución de riesgos del material flotante por no tener que salir á la mar libre.

Muelle del Rebaix

En este muelle se han realizado casi todas las obras proyectadas compatibles con la existencia del varadero, que no revertera al Estado hasta el mes de Julio de 1903 próximo venidero. Terminados los derribos de todos los antiguos edificios que ocupaban la zona de servicio de este muelle y hecha la explanación para colocarla en un sólo plano con ligera pendiente hacia el mar, se construyeron todos los pisos de afirmado, utilizando los materiales procedentes de los derribos y al terminar el año se estaban sentando las vías férreas y adoquinando el andén de costa.

Estas vías han de dar acceso á la línea de muelle de la Barceloneta y á las que habían de instalarse en el de las Baleares, y como cruzan espacios que forzosamente han de darse al tránsito de carros, se construyen con carriles Phenix, que es el tipo más moderno y adecuado de los que hasta ahora venían utilizándose en los puertos, y por si puede prestar alguna utilidad á los que lean esta Memoria, se acompaña al final el dibujo de este tipo de vía.

Por acuerdo de las entidades llamadas á distribuir el servicio de muelles se trasladaron al del Rebaix las gruas de mano que lo prestaban en el de la Barceloneta, con lo cual se facilitaron considerablemente los trabajos que én éste venían realizándose; pero resulta que no pueden atracarse en el del Rebaix barcos de ninguna clase porque las barcasas lo ocupan por completo, y como es el que tiene mayor zona de servicio, no se le aprovecha convenientemente; pero mientras no se terminen los muelles de Baleares y Nuevo y pueda trasladarse á ellos parte de la descarga que hoy se hace con gabarras, no encuentro solución preferible á la adoptada; y en cambio entiendo que tan pronto como haya medio de utilizar dichas obras debe estudiarse la variación de servicios en forma que los barcos importadores de maderas ó algodón se atraquen al muelle y utilicen su extensa zona de servicio, alijerando así las demás del puerto y evitando en cuanto sea posible las estivas que hoy se forman forzosamente detrás de los Almacenes generales de depósito por falta de espacios más apropiados para ello.

MUELLE DE LA BARCELONETA

Distribución de los terrenos de la zona de servicio.

Los trabajos de distribución de terrenos en esta parte de la zona de servicio del puerto se hallan casi completamente terminados; pues nada ha de hacerse en la explanación. Se han empedrado todas las vías, hecho la mayor parte de las aceras y adelantado muchísimo todo el muro y verja y de cerramiento; así es que, si no surgen circunstancias imprevistas en el corriente año quedará completamente concluida esta obra y en disposición de liquidarla.

El resultado de estos trabajos no puede ser más satisfactorio, pues la experiencia viene demostrando, que el andén de costa tiene la amplitud necesaria para hacer cómodamente el trasbordo de mecanismos entre barco y wagon; las calles transversales son suficientes para evitar la aglomeración de vehículos junto al muro de muelle y todas las faenas se realizan con la debida comodidad.

En todos los empedrados que han venido construyéndose se ha seguido el criterio de emplear adoquines nuevos de excelente calidad para las vías de tránsito general y aprovechar todos los viejos en las superficies destinadas al apoyo de mercancías.

Las obras se han realizado con arreglo al plan expuesto en la memoria del año anterior y comprendiendo también las del Rebaix, pues todas ellas se incluyeron en el mismo proyecto. Se resumen en los trabajos siguientes:

Distribución de los terrenos del muelle de la Barceloneta

4513'00	Metros cúbicos de terraplén.
16038,36	Id. id. de excavación para cimientos.
5016'20	Id. id. de demolición de fábrica de mampostería y sillería.
1256'79	Id. id. de fábrica de ladrillos.
1467'00	Id. id. de hormigón hidráulico.
1208'24	Id. id. de mampostería hidráulica.
244'68	Id. id. de fábrica de ladrillo con mortero hidráulico.

4862'00	Metros lineales de afirmado con piedra de los derribos.
67'50	Id. cuadrados de labra de sillería para zócalos.
14378'00	Id. id. de adoquinado.
2898'42	Id. id. de revocado y enlucido.
10'94	Id. id. de sillería labrada para antepechos.
98'00	Id. id. de tabique de panderete.
219'70	Id. lineales de relabra de bordillo.
1507'64	Id. id. de bordillo labrado.
11'94	id. id. de coronación en la pared de cerca del Paseo Nacional.
99'60	Id. id. de cornisa en id. id. id.
	Asiento de 5 zócalos.
	Id. de 20 zocalillos.
	Labra y colocación de 2 guardarruedas.
	Colocación de 6 faroles en la pared de cerca.
	Construcción de 14 caperuzas en la cerca del depósito de mercancías al aire libre.
134.124	ladrillos limpiados y apilados.
9	marcos para pozos.
	Apertura de 470 agujeros en la sillería de coronación.

Instalación de vías férreas en los muelles del Depósito y Barceloneta

En el muelle del Depósito ha quedado completamente terminada la instalación de vías con carriles Vignole, habiendo puesto las placas giratorias y desvíos necesarios para que la grúa de 25 toneladas pueda cargar directamente sobre wagón. Únicamente falta colocar los topes de parada en las vías ciegas paralelas á las fachadas del edificio de los almacenes generales de depósito.

También, como he indicado antes, se han sentado casi por completo las vías del muelle de la Barceloneta, siguiendo el plan descrito en la anterior memoria. El conjunto de los trabajos realizados con cargo á este presupuesto es el siguiente:

Suministro de traviesas y tirafondos, y asiento y colocación de 60 metros lineales de vía.

500 metros cúbicos de excavación en tierra y su transporte.

1230 metros lineales de vía asentados y colocados.

190 metros lineales de vía colocados en la zona del borde del muelle, incluso excavación y cimientos.

- 20 plataformas giratorias colocadas.
- 5 cambios de vía completos colocados.
- Rascado y pintado de traviesas metálicas procedentes del muelle de la Muralla.
- Reparación de carriles para las curvas.
- Arreglo de placas y carriles para los enlaces.
- Adquisición de materiales de vía Phenix.
- Adquisición por concurso de:
 - 252 barras carriles Phenix.
 - 287 bridas interiores.
 - 287 id. exteriores.
 - 720 tirantes de 9'60 kgs.
 - 1720 tornillos para bridas.
 - 1440 id. para tirantes.
 - 1440 arandelas para id.

Instalación de Tinglados para depósito provisional de mercancías

Se han continuado los trabajos por administración para construir los tinglados de reconocimiento de este muelle y al terminar el ejercicio solo faltaba en ellos una pequeña parte de la obra que debía hacerse por este sistema; pero anunciado concurso para construir el segundo y tercer cuerpo de la fachada del lado del mar, con arreglo á lo dispuesto por la superioridad, sin que se presentara proposición alguna que mereciera ser aceptada, se acordó continuar estos trabajos por administración y en el corriente año habrán de terminarse.

Esto no ha impedido que se sacara á subasta todo el armazón metálico que ha de formar la cubierta, la cual fué adjudicada á la Sociedad Material de Ferrocarriles y Construcciones, por el importe de 536.874'50 pesetas, que representa una baja de 232.286'68 respecto del presupuesto aprobado, economizándose la Junta 232.286'68 pesetas en el valor de la obra proyectada. No se explica fácilmente tan enorme baja cuando á la misma subasta se presentaron otras proposiciones que se separaban poco del presupuesto aprobado y en la correspondiente á los tinglados de la Muralla, que se refiere á obra idéntica á la que ahora nos ocupa, tampoco se ha hecho reducción de importancia; de todos modos á este centro sólo corresponde hacer que se cumpla el pliego de condiciones y celebrar la economía obtenida.

Los trabajos realizados en este año con cargo al presupuesto de los tinglados son los siguientes:

Tinglados del muelle de la Barceloneta

5017'00	metros cúbicos de excavación para cimientos.
389'00	id. id. de hormigón hidráulico para id.
730'57	id. id. de mampostería hidráulica.
362'68	id. id. de fábrica de ladrillo en macizos.
370'24	id. cuadrados de id. de id.
1509'59	id. id. de solera para el interior de los torreones y terrados.
69'619	metros cuadrados de sillería labrada.
121'136	id. id. de id. para arcos y jambas.
77'59	id. id. de id. para zocalillos.
86'18	id. id. de id. para zócalos.
4600'00	id. id. de adoquinado.
36'85	id. id. de tabique de panderete.
497'85	id. id. de cielo raso de cañizo y yeso.
96'32	id. id. de embaldosado en el interior de los pabellones.
1080'72	id. id. de pavimento Portland en aceras y andenes.
2406'85	id. id. de revocado y enlucido.
1142'814	id. id. de fachadas.
35'30	id. lineales de faja de revocador.
902'00	id. id. de cornisa y faja construida.
845'86	id. id. de labra de bordillo.
310'00	id. id. de bordillo.
1700	id. id. de sillería de coronación.
13	pilastras de sillarejo.
12	semipilastras de id.
	Colocación y asiento de 49 zócalos.
58	zocalillos colocados.
635	sillarejos modelo corriente.
597	sillarejos de ángulo relabrado.
138'53	metros lineales de cinta labrada en sillería.
210'00	id. id. de arcadas construidas en la fachada de mar.
12	marcos de pozo.
	Colocación de 40 guardarruedas.
	Construcción de cimbras y andamios.
	Construcción de un portal de la fachada de tierra del 2.º edificio.

- Construcción de dos puertas exteriores de 2 hojas.
- Id. de dos puertas interiores.
- Id. de 6 puertas interiores para las habitaciones.
- Id. de 3 ventanas interiores para las habitaciones.
- Id. de 25 ventanas exteriores.
- Colocación de remates en 3 medias fachadas.
- Id. de 8 remates en 2 torreones.
- Id. de 4 escudos en la fachada del mar.
- Id. de 4 grupos formados cada uno de dos pilastras estriadas con peanas, florones y escudos decorados.
- Id. de 36 escudos y remates para antepechos de los torreones, etc.
- Instalación completa de water-closet y urinarios en el pabellón de Carabineros en el tinglado Sur.
- Instalación de id. id. de id. id. en el tinglado Norte.
- Id. id. en el pabellón de los vistas tinglado Norte.
- Empapelado de las habitaciones de los vistas en el tinglado Norte.
- Labra y asiento de los umbrales para los pabellones del tinglado Norte.
- Labra y asiento de umbrales de los pabellones en el tinglado Sur.
- Construcción de 4 pilastras en la 2.ª línea del pórtico fachada de mar del tinglado Norte.
- Construcción de un estribo y bovedillas para una escalera.
- Colocación de remates en la 4.ª fachada lateral lado del mar.
- Construcción y colocación de 9 remates en los torreones de las fachadas.
- Construcción y colocación de la parte de tierra del 1.º edificio.
- Construcción y colocación de una puerta exterior para id.
- » » » 5 puertas interiores y 3 ventanas para los pórticos del 1.º y 2.º edificios.
- Construcción y colocación de 2 portales en la fachada mar tinglado Sur.
- Construcción y colocación de tres torreones en id. id. id.

Depósito Comercial

Salvadas las dificultades administrativas que retrasaron la colocación de ascensores, descensores, elevadores de granos y demás accesorios de este almacén, se han emprendido las obras de todos ellos y al finalizar el año se hallaban en período de pruebas, de modo que en

el corriente ejercicio quedarán funcionando todos estos aparatos para el servicio público.

La instalación general ha resultado bastante completa y práctica comprendiendo dos grúas eléctricas para el servicio del muelle, elevadores de granos, ascensores en los puntos que indiqué en la memoria anterior, tornos en los huecos de las fachadas, luz en todos los almacenes y galerías y fuerza para facilitar las maniobras. Faltan porción de detalles cuya necesidad irá demostrando la experiencia, siendo de esperar que la celosa Dirección de esos almacenes, encomendada á una comisión de la Junta, completará las instalaciones de modo que lleguen á ser un modelo y presten verdadero servicio al comercio; por mi parte nada puedo añadir á lo expuesto, ni debo consignar aquí dato alguno relativo á la organización de este servicio, gastos é ingresos que motiva y planes de explotación y mejora porque la Dirección facultativa es completamente agena á este servicio y por lo tanto no consignaría tales datos con el acierto que puedo hacer la de los almacenes.

Las cantidades invertidas en las instalaciones que han estado á mi cargo son las siguientes:

	Pesetas
Ascensores.	78079'96
Tornos eléctricos.	64400'00
Aparatos y manejos para el transporte de fuerza motriz y establecimiento de luz eléctrica &.	167378'76
Avisadores de incendios.	22257'71
Aparatos de mandíbula para las grúas.	8100'00
Básculas.	29078'33
Adquisición de 100 vehiculos.	11432'50

Urbanización de la zona marítima alrededor del Depósito Comercial.

Muy poco ha podido hacerse con cargo á este presupuesto, pues todavía el Municipio no se ha decidido á cambiar de sitio el fielato de la plaza de Palacio, y como si se terminan los empedrados quedará completamente inutilizado, se ha creído preferible seguir esperando á que se traslade aquel edificio y puedan dejarse arregladas definitivamente todas las calzadas.

Entre tanto se han proyectado en este muelle algunos edificios indispensables para el servicio del puerto, como son, un retén de incen-

dios, delegación de policía y cuartelillo para los mozos de la escuadra; y las verjas que han de cerrar los espacios destinados al servicio exclusivo del Depósito Comercial.

El espacio que media entre las dos calzadas construídas por la Junta de Obras del Puerto ha continuado prestando servicio para depósito de mercancías, especialmente maderas y por bastante tiempo habrá de continuar en igual forma, puesto que no hay en el puerto donde llevar esos productos en buenas condiciones; pero es de esperar que conforme se vayan terminando muelles y dándolos al servicio público irán siendo menos necesarios al comercio aquellos terrenos y por lo tanto sólo habrán de utilizarse en circunstancias excepcionales de aglomeración de mercancías.

Se terminaron también los cercados y edificios destinados á parque de conservación, pero habrán de durar poco tiempo si la Superioridad aprueba el convenio establecido entre la Junta del Puerto y la Compañía de los ferrocarriles de M. Z. A. para el traslado de la estación de San Beltrán; puesto que en el se establece que todos aquellos terrenos pasen á poder de la expresada Compañía.

Es evidente que si no se hubieran cercado y utilizado aquellos solares difícilmente habrían servido de base para la transacción referida, pues tratándose de terrenos de dominio público, enclavados en la zona marítima y necesarios para ampliar una estación tan importante como lo será la que tiene en proyecto la Compañía de M. Z. A. no se habría hallado medio de evitar que le fueran concedidos por el Estado. Del mismo modo es evidente que no debía imposibilitarse la ocupación de los terrenos de referencia por parte de aquella Compañía siempre y cuando diera las debidas compensaciones á la Junta de Obras del Puerto, porque tanto para el tráfico general como para la ciudad resulta más hermoso y cómodo construir en la línea de fachada de la plaza de Palacio el frente de una estación grandiosa con acceso por las amplias avenidas de dicha plaza á ocuparlo con los cercados existentes, dejando como único medio de entrada la estrecha calle Nacional á la cual sólo puede llegarse por el camino del Cementerio ó por la prolongación de la de Núñez de Balboa. Así pues, aún cuando en el cercado de estos terrenos se hayan invertido algunas cantidades, no han sido desaprovechadas puesto que han motivado que sin discusión se tomaran esos terrenos como elemento para transigir las dificultades que se presentaban en el asunto de los terrenos de San Beltrán, consiguiendo de este modo que la Compañía de M. Z. A. los haya pagado por su justo precio y no por esto se impida que la estación proyectada ocupe el sitio más conveniente.

Como no es posible prescindir de esos parques de conservación, ha-

brá de estudiarse el sitio de la zona marítima donde puedan ser trasladados, lo cual será objeto de los proyectos que se formulen en el corriente año.

Las cantidades invertidas en todas las obras de este muelle son las siguientes:

Jornales y materiales empleados en la urbanización de la zona marítima delante del Depósito Comercial en 1902

MESES	JORNALES — Pesetas	MATERIALES — Pesetas	TOTALES — Pesetas
Enero	1032'16	45'00	1077'16
Febrero	1049'33	858,67	1908'00
Marzo	1712'07	—	1712'07
Abril	963'43	3257'00	4220'43
Mayo	1035'88	135'00	1170'88
Junio	918'96	5935'60	6854'56
Julio	94'00	—	94'00
Agosto	—	—	—
Septiembre	—	—	—
Octubre	—	—	—
Noviembre	—	—	—
Diciembre	—	—	—
<i>Totales.</i>	6805'83	10231'27	17037'10

MUELLE DE LA MURALLA

Distribución de su zona marítima

Han continuado los trabajos que comprende este presupuesto, ajustándose en todas sus partes al proyecto aprobado, del cual se dió idea en la memoria del año anterior, y aún cuando el cúmulo de mercancías que se descargan en este muelle ha dificultado muchísimo los trabajos

retrasando su ejecución por la imprescindible necesidad de dar preferencia á las operaciones comerciales, se ha conseguido terminar la calle ó calzada paralela del paseo de Colón, empedrada con adoquines de basalto, colocar casi toda la verja de cerramiento; sentar las nuevas vías férreas del lado de tierra, y empedrar la mitad Oeste de los tinglados, su calle central y la transversal que confronta con la plaza de Medinaceli; la acera del paseo de Colón, hecha con las losas aprovechables de la antigua, levantar gran parte de las vías antiguas y placas giratorias y naturalmente, antes de todos estos trabajos, construir las conducciones de agua y alcantarillas necesarias para el saneamiento del terreno. Las cantidades de obra ejecutadas son las siguientes:

4660'50			Metros cúbicos de excavación en tierras para la explanación, apertura de zanjas, adoquinado y vías férreas.
3636'00	Id.	id.	de terraplén hecho con los productos de las excavaciones.
28'00	Id.	id.	en tierras para la colocación de columnas en la pared de cerca.
1514'00	Id.	id.	de tierras transportadas y vertidas, formando terraplén para las zonas de depósito.
1248'00	Id.	id.	de hormigón hidráulico para cimientos.
388'00	Id.	id.	de mampostería hidráulica para id.
750'00	Id.	id.	de arreglo de terraplenes.
1010'00	Id.	id.	de piedra machacada para el afirmado.
2150'00	Id.	id.	de grava y gravilla extraída y nuevamente colocada para balastos.
544'00	Id.	id.	de recebo empleado en los afirmados y en las vías férreas.
1720'00	Id.	id.	de arena acopiada.
8756,00	Id.	cuadrados	de adoquinado antiguo levantado, depositado y colocado en las zonas de depósito.
4800'00	Id.	id.	de adoquinado nuevo en el pavimento de la calzada adosada al paseo de Colón.
5210'00	Id.	id.	de adoquinado nuevo en el pavimento de la calzada central de los tinglados.
996'00	Id.	id.	de revocado y enlucido en la pared de cerca imitando sillería.
701'00	Id.	id.	de labra de losas para la acera y su colocación.

285'50	Metros lineales		de extracción y levante de tubería de desagüe.
1470'00	Id.	id.	de vía antigua levantada y arrancada.
1210'00	Id.	id.	de vía nueva construida.
40'00	Id.	id.	de arreglo de vía nueva.
440'00	Id.	id.	de bordillo levantado y colocado.
345'00	Id.	id.	de tacea construida.
50'00	Id.	id.	de acera levantada.
50'00	Id.	id.	de arranque de sillería de coronación en los embarcaderos.

Colocación completa de 4 bolardos.

Construcción de 14 pozos de registro para la tacea longitudinal.

Construcción de 3 pozos para letrinas.

Levante y colocación de 7 plataformas giratorias.

Levante de 29 plataformas y transporte de 4 id. id. al muelle de la Barceloneta.

Adquisición de material metálico para las vías férreas.

Adquisición de material para la verja de cierre del muelle.

Levante de las escaleras del Asilo Naval y construcción del paramento para sustituirlas

Id. de la escalera de la plaza de Medinaceli.

Id. y depósito de una báscula y su caseta.

Id. de una caseta para los marineros.

Adquisición de materiales.

Y las cantidades invertidas se resumen en el siguiente cuadro:

Jornales y materiales empleados en la distribución de la zona de servicio del Muelle de la Muralla en 1902

MESES	JORNALES	MATERIALES	TOTALES
	<i>Pesetas</i>	<i>Pesetas</i>	<i>Pesetas</i>
Enero.	6168'96	573'37	6742'33
Febrero	4738'50	2468'77	7207'27
Marzo.	5291'31	1491'89	6783'20
Abril	6299'28	3609'60	9908'88
Mayo	8155'46	11592'79	19748'25
Junio	4876'84	61217'43	66094'27
Julio	2536'65	42486'97	45023'62
Agosto	2499'60	6008'57	8508'17
Septiembre	2479'07	26026'50	28505'57
Octubre	4970'22	71368'30	76338'52
Noviembre	4149'92	5377'98	9527'90
Diciembre	3573'16	47407'23	50980'39
<i>Totales.</i>	55738'97	279629'40	335368'37

Instalación de tinglados en el muelle de la muralla

Aprobado este proyecto en 28 de Abril del año pasado, pocos días después, en 16 de Mayo siguiente empezaron las obras ejecutando los cimientos de las puertas centrales y pilares de la fachada del lado de tierra en toda la extensión de los dos tinglados; más adelante y con gran actividad se ha levantado dicha fachada y las laterales correspondientes á la plaza de Medinaceli hasta quedar estas últimas casi ultimadas.

Las cantidades de obra ejecutadas durante el año de 1902 así como las sumas invertidas son las siguientes:

- 4283'00 Metros cúbicos de excavación en tierras para cimiento de de apoyos y fachadas.
- 1654'00 Id. id. de hormigón hidráulico para id.
- 559'00 Id. id. de mampostería hidráulica para id.

600'00	Metros cúbicos de terraplén para explanación.
630'00	Id. id. de arena acopiada.
90'00	Id. id. de pavimento de losas.
130'00	Id. lineales de bordillo colocado.
5'00	Id. id. de coronación.
	Labra y colocación de zócalos de sillería para la fachada lateral y los torreones.
	Labra y colocación de los zócalos y bordillos para 25 apoyos.
	Labra y colocación de 36 zócalos para pilastra.
	Id. y colocación de bordillo para 20 id.
	Id. y colocación de bordillo para 13 damas intermedias.
	Labra y colocación de sombreretes para los pilares de cerca.
	Labra y colocación de sillería para el zócalo de la puerta central lado de tierra.
	Labra de la sillería empleada en la construcción de 15 pozos de registro.
	Labra de sillares para bocas imbornales.
	Construcción de 25 zócalos de sillería con su bordillo.
	Id. de la fachada de lado de tierra.
	Id. de las fachadas laterales.
	Id. completa de un retrete.
	Id. de 3 tageas de desagüe.
	Id. de pilares y machones para la fachada del lado de tierra.
	Id. de pilares para la fachada del paseo de Colón.
	Limpia y apilado de ladrillos.
	Adquisición de materiales.

**Jornales y materiales empleados en los tinglados del
Muelle de la Muralla en 1902**

MESES	JORNALES — Pesetas	MATERIALES — Pesetas	TOTALES — Pesetas
Enero	—	—	—
Febrero	—	—	—
Marzo	—	—	—
Abril	—	—	—
Mayo	211'75	—	211'75
Junio	3780'47	3756'75	7537'22
Julio	6925'80	736'65	7662'45
Agosto	8382'68	14711'60	23094'28
Septiembre	6698'64	7207'52	13906'16
Octubre	8992'17	20437'45	29429'62
Noviembre	8882'78	23576'38	32459'16
Diciembre	8603'25	6655'71	15258'96
<i>Total.</i>	52477'54	77082'06	129559'60

Muelle de Barcelona

Con motivo del cambio de servicios del puerto, ordenado por el Ministerio de Hacienda, por R. O. de 22 de Junio de 1901, ha ido al muelle de Barcelona la descarga de las mercancías extranjeras, acumulándose en él un enorme tráfico; así pues, convenía que la Inspección de muelles estuviera cerca del que nos ocupa, y de acuerdo con el ramo de Aduanas se construyó una caseta provisional para este servicio, habiendo formulado el proyecto con fecha 7 de Febrero de 1902 y terminado la obra en 24 de Julio siguiente, con un gasto total de 7556'47 pesetas.

Hallándose en tramitación el proyecto para ampliar este muelle, no debía construirse una obra definitiva que forzosamente tendría que derribarse dentro de pocos años y por esto se adoptó la solución indicada, así como también se estableció, á ruego de la Aduana, una cerca provisional que cierra el paso al muelle durante la noche.

Muelle de Atarazanas

Inaugurado el edificio de la nueva Aduana en 1.º de Julio fué preciso empedrar las dos calles laterales que dan acceso á los patios para facilitar así la llegada de carros. En este trabajo hubo que atenerse á las rasantes adoptadas en la construcción del edificio, teniendo como puntos obligados la de las vías férreas, patio central del edificio, y calzada del paseo de Colón y realmente resulta mal repartida la pendiente y con peligro de que se inunden los patios del edificio, sin que sea posible evitar estos defectos á menos que se eleve la rasante de estos patios á lo cual creo preferible establecer en ellos desagües subterráneos.

Muelle de San Beltrán y dique y muelle de Poniente

Ninguna obra nueva ha sido construída durante la actual campaña en los muelles que comprende este epígrafe y el proyecto á que me referí en la memoria anterior hállase todavía en tramitación.

Comprendía este proyecto la ampliación del muelle de Barcelona y derribo de la parte más saliente del de la Isleta y unión de ambos, cerrando la llamada boca chica, construcción de un contradique para completar el antepuerto que se formará con la prolongación de la escollera de Levante, dejando así el actual para las faenas comerciales; y el presupuesto de estudios para trazar un canal que, partiendo de este contradique se desarrollara en el delta del río Llobregat, obteniendo con gasto relativamente escaso, aguas tranquilas, larga línea de muelle y vía fácil para ir al otro delta, dejando así preparadas las cosas para que sin construir un puerto nuevo, pueda en su día desarrollarse el tráfico en él, aprovechando terrenos que ahora son improductivos y constituyen un verdadero foco de infección.

Creí que tales propósitos habian de encontrar eco favorable en la opinión pública, y como la magnitud de la idea requería todo su apoyo y además en el proyecto figuraba una obra de abrigo cual es el contradique, y existe la costumbre en esta localidad de sujetar tales proyectos á una información pública, así lo propuse y fué acordado por la Junta de Obras del Puerto, anunciándola con fecha 7 de Mayo de 1902, pero el resultado de esta información no pudo ser más lamentable, porque nadie acudió á ella, para discutir el trazado del contradique ni a situación de la boca de entrada, y en cambio se presentaron porción

de escritos impugnando la construcción del canal, fundándose para ello en que los terrenos que habían de ocuparse tienen mayor valor del que se les suponía en el proyecto y olvidando por completo que en éste sólo se solicitaba permiso para hacer un estudio, anticipando la idea de lo que se pretendía ejecutar, pero sin que pudiera ni por un momento imaginarse que terrenos se ocuparían pues evidentemente, sin hacer el estudio cuanto se diga de terrenos ocupados y precio de los mismos no es más que el deseo de oponerse á la ejecución de la obra.

En vista de este resultado, cumplí mi deber contestando las objeciones presentadas, pues consigné que por mi parte retiraba un proyecto que solo había motivado protestas; pero la Junta de obras acordó seguir su tramitación y remitirlo á informe de la Comandancia de Marina. Espero que, libres los centros oficiales de la influencia que ejerce el interés privado, mejorarán las ideas expuestas en el proyecto y podrá realizarse una obra que estimo de suma importancia para esta ciudad.

Intimamente se liga este proyecto con el traslado de la estación de San Beltrán, dejando libre el muelle de ese nombre, asunto que ha preocupado á esta Dirección durante el pasado ejercicio. Según puede verse por el plano general del Puerto que acompaña á esta memoria, el plan de ampliación del puerto requiere una vía muy amplia que enlace las instalaciones que se hagan en el delta con las del puerto actual dando así acceso á aquéllas desde la ciudad y vías férreas afluentes á la misma. Ningún inconveniente había para establecer este camino ganando terrenos al mar al pie de los cantiles de Montjuich; pero al llegar á la escollera de Poniente se presentaba un estrechamiento forzoso debido á la existencia de la estación y para evitarlo había de terraplenarse parte del antepuerto cercenando línea de muellage lo menos en unos 500 metros, además de destruir todo el muro de muelle actual; así pues, interesaba muchísimo cambiar la estación de sitio, consiguiendo así conservar la superficie de agua que ha de resultar abrigada por el nuevo rompeolas y evitar las costosas obras que resultaban necesarias para el aprovechamiento de aquella parte del puerto y, como la Compañía de M. Z. A. promovió expediente para ampliar dicha estación cerrando la calle de Vila y Vilá y ocupando más terrenos en el expresado muelle; creí que era llegado el momento de plantear el problema del traslado total del servicio á punto donde estorbara menos á los del puerto y guiados por el Sr. Vicepresidente D. Rómulo Bosch y Alsina que tomó con gran empeño este asunto, siendo apoyado por la mayoría de la Junta, tras larga tramitación y no escasas dificultades que sería inútil detallar en este sitio, se llegó á plantear unas bases de transacción en virtud de las cuales en su día serán trasladados los ser-

vicios del ferrocarril á terrenos ganados al mar al pié de la montaña de Montjuich, en el sitio indicado en el plano general antes citado, y de este modo quedará completamente franco el muelle de San Beltrán y dedicado á las operaciones comerciales del puerto.

Creo difícil que hubiera podido encontrarse solución más satisfactoria y por lo tanto si la gestación de este asunto ha sido difícil y penosa puede darse por bien empleado el trabajo que se le ha dedicado porque se ha conseguido armonizar en tales términos los intereses del puerto, de la Compañía y de la ciudad, que difícilmente puede decirse quién ha ganado más en esta concordia y desde luego asegurarse que todos han salido beneficiados. De esperar es que la Superioridad la apruebe, y en ese momento á la Junta corresponderá activar las obras de un modo que no se retrase tan importante mejora.

Conservación de las obras, servicio y policía

Se ha continuado este año el criterio seguido en el anterior y que describí en la precedente memoria, por lo cual puedo ahora abreviar la exposición de los resultados obtenidos al explotar los servicios establecidos en este puerto; únicamente he de observar que por las diferencias habidas con la Compañía de los ferro-carriles de M. Z. A. con motivo de las obras de la estación de San Beltrán á que antes me he referido se suspendió el servicio de las vías férreas del puerto en 25 de Julio último.

Estado de gastos é ingresos en los servicios de exportación durante el año 1902

GRUAS HIDRÁULICAS		Pesetas
Ingresos.		58030'00
Gastos.		39215'46
Diferencia á favor		18814'54
GRUAS DE MANO		
Ingresos		13607'75
Gastos.		3230'01
Diferencia á favor.		10377'74

PUENTES BÁSCULAS

Ingresos..	. . . . .	7726'20.
Gastos .	. . . . .	7016'39
	Diferencia á favor.	<u>709'81</u>

CABRIAS FLOTANTES

Ingresos .	. . . . .	8049'45
Gastos. .	. . . . .	4177'90
	Diferencia á favor.. . . .	<u>3871'55</u>

EXCUSADOS PÚBLICOS

Ingresos .	. . . . .	469'10
Gastos. .	. . . . .	5529'18
	Diferencia en contra.. . . .	<u>5060'08</u>

AGUADA A EMBARCACIONES Y PARTICULARES

Ingresos .	. . . . .	19143'75
Gastos .	. . . . .	15184'13
	Diferencia á favor.	<u>3959'62</u>

GRUA DE VAPOR

Ingresos..	. . . . .	1908'00
Gastos. .	. . . . .	1680'13
	Diferencia á favor.	<u>227'87</u>

Conservación de las obras

Se ha dedicado gran atención al dragado y como avanzan los muelles interiores y es preciso evitar que con ellos y los bajos fondos se dificulte la navegación dentro del puerto, teniendo en cuenta que la draga de la Junta estaba ocupada mucho tiempo en la apertura de zanja para los cimientos de dichos muelles, se ha contratado la del puerto de Tarragona con objeto de no suspender en todo el año la limpia general del fondo y dejarlo sin obstáculo alguno para las maniobras de los barcos.

El arriendo de este tren de dragado se hizo en las siguientes condiciones, que fueron aprobadas por la Superioridad:

«En la ciudad de Barcelona á los veinte y un días del mes de Noviembre de mil novecientos dos: Reunidos en la sala de Juntas de la del

Puerto de esta ciudad los Sres. D. Manuel de Orovio, D. Agustín Virgili y D. Manuel Maese, vicepresidente el primero y vocales el segundo y tercero de la Junta del puerto de Tarragona, é ingeniero director el último de las obras de dicho puerto; y los Sres. D. Rómulo Bosch y Alsina y D. Carlos de Angulo, vicepresidente el primero y vocal el segundo de la Junta del puerto de Barcelona, é ingeniero director el último de las obras de este puerto, con el infrascrito secretario, después de breves consideraciones sobre el asunto que luego se dirá, convinieron en hacer constar en acta lo siguiente:

Que las obras que tiene á su cargo la expresada Junta del Puerto de Barcelona, exigen indispensablemente hacer un dragado de importancia, para el cual no tiene elementos suficientes, atendida la urgencia con que debe llevarse á cabo y habiendo creído que lo más conveniente sería valerse del tren de limpia que posee la Junta del Puerto de Tarragona, en el caso de que allí no fuese necesario de momento, y de que fuesen aceptables las condiciones de arriendo del mismo, emprendió las gestiones oficiosas conducentes á este objeto.

Que el resultado de ellas fué que dicha Junta manifestase estar dispuesta á facilitar el tren aludido, mediante determinadas condiciones, que después del conveniente examen y deliberación por parte de la Junta del Puerto de Barcelona, quedaron de común acuerdo redactadas en los siguientes términos:

1.^a Considerando más bien conveniente que perjudicial á los intereses que la Junta del Puerto de Tarragona representa, el hacer temporalmente entrega á la del Puerto de Barcelona de su tren de limpia, compuesto de una draga de rosario y dos gánguiles de vapor y demás artefactos ó medios especiales á estos anejos, está dispuesta en principio y por su parte á verificar dicha entrega siempre que preceda explícita autorización de la Dirección General de Obras Públicas siendo la Junta de Obras del Puerto de Barcelona la que solicite la autorización superior.

2.^a El plazo de entrega será de un año que podrá prorrogarse si en ello convienen ambas corporaciones, y de no haber acuerdo, tendría lugar la devolución del tren de dragado á la Junta del Puerto de Tarragona al finalizar dicho plazo.

3.^a La entrega y devolución del indicado tren se verificarán en el punto del dique transversal del puerto de Tarragona, á que en la actualidad se encuentra amarrado, por medio de acta acompañada de los correspondientes inventarios que firmarán los concurrentes al acto y de la que se redactarán tres ejemplares, uno para la Superioridad y otro para cada una de las Juntas interesadas.

4.^a Los concurrentes á los actos de entrega y devolución serán:

el Ingeniero que la Superioridad designe ó el Ingeniero Jefe de la provincia de Tarragona caso de no hacer nombramiento especial; Comisiones de ambas Juntas compuestas por lo menos cada una de dos vocales y los Directores facultativos de las obras de ambos puertos.

5.^a Desde el momento de la entrega hasta el de la devolución, será de cuenta de la Junta de Barcelona el abono de toda clase de gastos de seguros, transportes, reparaciones de desperfectos y conservación del material, de suerte que en el momento de la devolución se encuentre el tren de dragado como en el de la entrega ó mejorado, sin que proceda, en este segundo caso, ninguna clase de reintegro por parte de la Junta del Puerto de Tarragona.

6.^a Las condiciones de identidad del material, en el momento de su entrega y devolución, se resolverán de común acuerdo entre los Directores facultativos de las obras de ambos puertos, y caso de discrepancia, resolverá el Ingeniero Jefe de la provincia de Tarragona.

7.^a Se admitirán por la Junta de Barcelona y se tendrán mientras su comportamiento lo merezca, los operarios encargados hoy de la conservación del tren de dragado y algunos de los que á pesar de su buen comportamiento é idoneidad para el trabajo, ha sido necesario despedirlos por la suspensión de aquél. A estos operarios se les dará cuando menos el mismo haber diario (ó sea incluyendo los días festivos) que en Tarragona disfrutaban en tiempo de dragado, con un aumento de un veinte por ciento ó veinticinco por ciento por el cambio de residencia. Los indicados operarios, prescindiendo del indicado aumento, recibirán los jornales siguientes: un dragador, 8 pesetas; un ayudante de id., 6'50; interventor de dragado, 4; dos capitanes para los gánguiles, á 5 pesetas; tres contramaestres, uno á 4 pesetas y dos á 3'25; tres maquinistas, uno á 6 y dos á 5 pesetas; tres fogoneros á tres pesetas, y ocho marineros á 2'80 pesetas.

8.^a Por el alquiler del citado tren de dragado abonará la Junta del Puerto de Barcelona á razón de mil quinientas pesetas mensuales.

9.^a Si por cualquier incidente imprevisto, ó exigencias de las obras del Puerto de Tarragona que no consintieran demora, se hiciera necesaria en dicho puerto la presencia del tren de dragado antes de terminar el primer año de alquiler, accederá á ello la Junta del Puerto de Barcelona, anticipando la época de la devolución y verificando ésta en las mismas condiciones que si se hubiera totalizado el año convenido.

10.^a Si á consecuencia de avería ó lamentable contratiempo, se perdiera la draga ó cualquiera de los gánguiles, convienen las partes contratantes en que abonaría la Junta del Puerto de Barcelona: por la

draga quinientas cincuenta mil pesetas, y ciento veinte mil por cada gánguil.

Que consiguientemente á lo establecido entre las dos Corporaciones, la Junta de Barcelona elevó al Ministerio de Agricultura, Industria, Comercio y Obras Públicas, un presupuesto adicional al de conservación del Puerto en el corriente año, para dichos trabajos de dragado, bajo la base de utilizar el tren de limpia de Tarragona, habiendo sido dicho presupuesto aprobado por Real Orden de 18 de Octubre último, que dice así:

«El señor Ministro de Agricultura, Industria, Comercio y Obras Públicas, me comunica con esta fecha la Real Orden siguiente: Ilustrísimo señor.—Examinado el presupuesto adicional al de conservación del Puerto de Barcelona, aprobado para el año actual, que con fecha 4 de Septiembre último, se sirve remitir la Junta de Obras del referido puerto: Atendiendo á la necesidad y urgencia de ampliar los dragados prescritos para el corriente año, y teniendo en cuenta que los precios que figuran en dicho presupuesto son los mismos que con pequeña diferencia rigen en la actualidad en aquellas obras; de acuerdo con lo informado por la Jefatura de Obras Públicas de la citado provincia, y de conformidad con lo propuesto por esa Dirección General; Su Magestad el Rey (q. D. g.) se ha servido aprobar el presupuesto adicional al de conservación del puerto, por su total importe de setenta y cinco mil trescientas setenta y seis pesetas sesenta y dos céntimos. Lo que de Real Orden comunico á U. S. para su conocimiento y efectos consiguientes.—Lo traslado á U. S. para idénticos fines.—Dios guarde á U. S. muchos años.—Madrid 18 de Octubre de 1902.—El Director general—P. O.—Antonio Arévalo.—Sr. Presidente de la Junta de Obras del Puerto de Barcelona.»

Qué en esta situación las cosas, y deseando terminar la fecha de entrega del expresado tren y los detalles que será conveniente se tengan preparados al efecto, se han reunido los señores al principio expresados, delegados por una y otra Junta, y han acordado:

1.º Que por la inconstancia del tiempo se abstienen de fijar el día en que el acto de entrega tendrá lugar, el cual señalará el señor vicepresidente de la Junta del Puerto de Barcelona, dando el correspondiente aviso á la Junta de Tarragona.

2.º Que así la entrega como la devolución del tren en su día, se verificará con las solemnidades y formalidades que constan en las condiciones que se dejan consignadas.

3.º Que mientras se determina el día de la entrega, la Junta del Puerto de Tarragona, preparará el inventario ó inventarios de los efec-

tos que hayan de ser entregados, los cuales serán oportunamente comprobados.

Y de todo lo dicho se levanta la presente acta, que por duplicado firman todos los concurrentes en la fecha al principio consignada.—M. de Orovio.—Agustín Virgili.—Manuel Maese.—Rómulo Bosch y Alsina.—Carlos de Angulo.—El Secretario, Mauricio Serrahima.—Es copia.

Naturalmente que un tren de dragado que llevaba muchos años sin funcionar ha requerido algunas reparaciones para ponerlo en marcha, pero conseguido esto, su rendimiento es tan superior al del que tiene esta Junta, que pronto quedarán compensados estos gastos y se conseguirá realizar las obras proyectadas sin hacer el enorme gasto que representa adquirir un nuevo tren de limpia.

El cubo total de arena y fango extraído durante la última campaña asciende á la cifra de 60.240 metros cúbicos y siendo los gastos correspondientes de 36899,06 pesetas resulta el metro cúbico á unas 0'61 pesetas.

Además, en el transporte, seguro y reparación de la draga y vapores gánguiles de la Junta del Puerto de Tarragona, alquilados para este puerto, se han invertido 51836'62 pesetas.

Trabajos realizados durante el año en la conservación de las obras y en el servicio de policía de los muelles del puerto.

20720'00	metros cúbicos de dragado para la conservación del fondo.
368'00	id. id. de excavación en tierras para cimientos y explanaciones.
671'00	id. id. de piedra machacada empleada en los afirmados.
80'00	id. id. de gravilla y recebo para id. id.
24'00	id. id. de fábrica de ladrillos para el cierre provisional del muelle de Barcelona.
3'60	id. id. de id. id. para la caseta de carabineros en el muelle de Barcelona.
32'00	id. cuadrados de revocado y enlucido para id. id.
60'00	id. id. de pavimento de cemento Portland para id. id.
105'00	id. id. de tabique de panderete para id. id.
378'00	id. id. de revocado y enlucido para id.

70'00	metros cuadrados de cubierta del terrado con tres gruesos de rajuela.
12'00	id. id. de mampostería hidráulica para refuerzo de los muros de cerca en las puertas de entrada al muelle de Barcelona.
76'00	id. id. de demolición de mampostería para la instalación de bolardos en id. id.
24'00	id. id. de mampostería hidráulica para cimientos.
21'00	id. id. de hormigón hidráulico para id.
17'00	id. id. de fábrica de ladrillo demolida.
3078'00	id. id. de arreglo y reparación de adoquinado en los muelles.
1180'00	id. id. de levante y reconstrucción de adoquinado.
195'00	id. id. de adoquinado en el Paseo Nacional del muelle de la Barceloneta.
16'10	id. id. de losas de tapa repuestas en la tagea de la tubería de presión de las grúas hidráulicas.
612'00	id. id. de arranque y reconstrucción de pavimento en los andenes del muelle de Barcelona.
528'00	id. id. de pavimento construido en los andenes.
646'00	id. id. de afirmado y recorrido en los muelles de la Muralla, Atarazanas, Barcelona y San Beltrán.

30'00 id. lineales de tagea construída.

Construcción y colocación de tres puertas de madera para el cierre provisional del muelle de Barcelona.

Ampliación de una caseta de fábrica en el varadero de pescadores.

Arreglo y reconstrucción de una caseta en id. id.

Instalación de una báscula grande en el muelle de Barcelona.

Colocación completa de 7 norays en el muelle de Poniente.

Id. id. de 4 id. en el muelle del Depósito.

Id. id. de 1 id. en el muelle de Barcelona.

Id. id. de una fuente en el muelle de id.

Id. id. de un abrevadero en el id. id.

Id. id. de un excusado en el id. id.

Id. de una farola frente al Depósito Comercial.

Id. completa de defensas para los bolardos en el muelle del

Depósito.

Colocación de dos escaleras en el Depósito Comercial.

Construcción de dos casetas de madera en el terrado del Depósito Comercial.



- Construcción de tapas para los depósitos de agua.
Id. de puertas para la torre del morro del Oeste.
Id. de cajas de ranura para bloques.
Id. de cajas para los árboles.
Id. de reglas y mangos para herramientas.
Id. de tres wagonetas para las vías férreas.
Id. de carretillas para el muelle de la Barceloneta.
Id. de una escalera para la cabría flotante de 80 toneladas.
Id. de cimbras y andamios.
Id. de marcos y puertas.
Id. de moldes para bloques.
Id. de un armazón para rodillos.
Id. y colòcación de puertas en los almacenes nuevos para el servicio de las obras.
Id. de defensas, cuñas y durmientes para el dique flotante.
Id. de marcos y moldes para columnas.
Reparación de carretillas y wagonetas.
Id. de cuadernales.
Id. de la caja de la báscula del muelle de Barcelona.
Id. de la cábria flotante de 80 toneladas.
Id. de la cabria flotante n.º 2.
Id. de botes lanchas y gabarras.
Id. de wagonetas para la extracción de arena.
Id. de lanchas para la elevación de arena.
Id. de los puentes básculas.
Id. de las grúas hidráulicas y tinglados.
Id. de las máquinas motrices.
Id. de la draga, vapor y gánguiles.
Id. de las vías férreas y plataformas giratorias.
Id. de la grúa de vapor de 10 toneladas.
Id. de las grúas de mano.
Id. de la draga y gánguiles de Tarragona.
Id. del vapor *Setanti*.
Id. en los muelles y edificios.
Arreglo y compostura de herramientas
Id. y nivelación de vías férreas.
Gastos del taller de reparaciones.
Id. de la casa de máquinas.
Id. del dique flotante y deponente.
Conservación de edificios y obras de fábrica.
Id. de las vías férreas, cambios y plataformas giratorias.
Id. de los pasos á nivel.

Riego y limpieza de los muelles.

Limpieza del fondeadero.

Desinfección de excusados.

Servicio de grúas hidráulicas.

Id. de las grúas de mano de los muelles de la Barceloneta, Poniente Pescadores y San Beltrán.

Id. del varadero público para lanchas y gabarras.

Id. del dique flotante y deponente.

Id. de los puentes básculas.

Id. de la aguada é incendios.

Vigilancia y policía.

Los gastos ocasionados para todos los servicios de conservación, se consignan en el presente cuadro:

MESES	JORNALES	MATERIALES	TOTALES
	<i>Pesetas</i>	<i>Pesetas</i>	<i>Pesetas</i>
Enero	19677'65	3888'29	23565'94
Febrero	16596'99	6152'78	22749'77
Marzo	19217'03	10418'37	29635'40
Abril	19399'79	18470'80	37870'59
Mayo	17527'20	6681'74	24208'94
Junio	19186'32	29675'42	48861'74
Julio	22174'42	18321'05	40495'17
Agosto	23645'84	8230'51	31876'35
Septiembre	24829'33	11568'92	36398'25
Octubre	8877'60	18749'68	27627'28
Noviembre	11480'42	3362'08	14842'50
Diciembre	21160'92	59212'83	80373'75
<i>Total</i>	223773'21	194732'47	418505'68

Dirección facultativa

Los gastos de personal y material de la Dirección facultativa, Administración de la Junta y Dique flotante durante este año, se ha elevado á la suma de 105.843'40 pesetas; pero si se emprenden las obras de ampliación del puerto y explotación de nuevos servicios, no habrá otro

recurso que aumentar el personal de Ingenieros, pues resulta sumamente recargado de trabajo con las múltiples atenciones que le están encomendadas, y estudios de esta índole absorven por sí solos la actividad e iniciativa de un Ingeniero.

Proyectos, liquidaciones y demás trabajos técnicos formulados por la Dirección facultativa de las obras durante el año 1902.

Proyecto reformado de los tinglados del muelle de la Barceloneta, según orden de la Superioridad.

Pliego de condiciones para la adquisición por subasta de carriles Phenix, para las vías férreas.

Informe sobre el cambio de rasante del Paseo Nacional y distribución de los terrenos alrededor del Depósito Comercial.

Copias del proyecto de tinglados para el muelle de la Barceloneta.

Proyecto de reforma del pavimento de los sótanos del Depósito Comercial.

Proyecto de tinglados para el muelle de la Muralla.

Informe sobre el expediente incoado referente á la desaparición de los talleres de «El Vulcano».

Informe referente á las proposiciones presentadas en el concurso para la adquisición de 100 vehículos para el Depósito Comercial.

Proyecto para la construcción de un edificio para la Inspección de muelles.

Pliego de bases del concurso para la adquisición de puertas y ventanas de los vanos de los pabellones del muelle de la Barceloneta.

Liquidación de las obras del edificio Depósito Comercial.

Presupuesto del pintado á la cola de la escalera de Levante del Depósito Comercial.

Informe sobre las proposiciones presentadas en el concurso celebrado para la adquisición de puertas y ventanas para cerrar los vanos de los pabellones del muelle de la Barceloneta.

Programa de las pruebas que han de verificarse para la recepción del Dique flotante y deponente.

Reglamento para el servicio del Dique flotante y deponente.

Plantilla del personal del Dique flotante y deponente.

Reglas que deben seguirse en el uso de los ascensores y montacargas del Depósito Comercial.

Proyecto de ampliación del muelle de Barcelona, construcción de un contra-dique y presupuesto de estudios de un canal.

Presupuesto y condiciones para la subasta de la parte metálica de los tinglados del muelle de la Barceloneta.

Informe sobre las proposiciones presentadas en el concurso celebrado para la adquisición de un vapor remolcador de gran potencia.

Presupuesto de los gastos que podrá ocasionar el deslinde de la zona marítima de Casa Antúnez.

Proyecto de carretera de enlace del muelle de Poniente con la de Casa Antúnez.

Presupuesto de los postes, jácenas, cubiertas, rejas y pararrayos para los tinglados del muelle de la Muralla.

Estados mensuales y trimestral de las obras ejecutadas, gastos que han ocasionado y personal ocupado en las mismas durante los tres primeros meses de este año.

Proyecto de instalación de 13 bolardos en el paramento Norte del muelle de Barcelona.

Memoria explicativa de las tarifas propuestas para el uso del Dique flotante y deponente.

Memoria sobre el estado y adelanto de las obras de este puerto durante el año 1901.

Informe sobre la ampliación del presupuesto de la instalación de 14 tornos eléctricos, solicitado por el adjudicatario.

Proyecto de terraplén de refuerzo del puente de servicio del Dique flotante y deponente.

Pliego de condiciones particulares y económicas para el suministro de la parte metálica de los tinglados del muelle de la Muralla, modificados con arreglo á lo dispuesto por la Superioridad.

Informe sobre las proposiciones presentadas en el concurso para la adquisición de 8 grúas eléctricas, tornos y carros trasbordadores para los tinglados del muelle de la Barceloneta.

Presupuesto adicional al de conservación del presente año, para el dragado con material del puerto de Tarragona.

Informe sobre los escritos presentados en la información pública para el proyecto de ampliación del muelle de Barcelona, construcción de un contradique y presupuesto de estudios de un canal de Casa Antúnez.

Liquidación de los trabajos de desmonte, extracción de tierras y levante, y reposición de adoquinado verificados por la Compañía Anónima de Tranvías en la calzada junto al Paseo Nacional de la Barceloneta.

Copias de las proposiciones aprobadas para la construcción de un barco bomba y una lancha de vapor.

Liquidación de las obras ejecutadas para la construcción de la cubierta de los depósitos de agua del Depósito Comercial.

Liquidación de las obras de la caseta para la Inspección de muelles.

Liquidación del pintado de la escalera principal de Levante del Depósito Comercial.

Proyecto de las obras accesorias en la zona de servicio del muelle del Depósito.

Memoria presupuesto para la adquisición de los aparatos necesarios para amarra en el interior de la dársena.

Presupuesto de conservación, policía y vigilancia para el año de 1903.

Liquidación de la instalación de avisadores de incendios en el Depósito Comercial.

Liquidación de la adquisición de 100 vehículos para el servicio del Depósito Comercial.

Liquidación de la adquisición de 4 aparatos mandíbula para la descarga de granos en el Depósito Comercial.

Liquidación de las obras del Depósito Comercial, reformada con arreglo á lo dispuesto por la Superioridad.

Pliego de bases para la adquisición, por concurso, de vehículos para el servicio de las vías y andenes de este puerto.

Liquidación de las obras de los careneros metálicos para el Dique flotante y deponente, ejecutadas por el Arsenal Civil.

Liquidación del pintado de los hierros del Depósito Comercial.

Resumen general de gastos por el concepto de las obras

	Pesetas.
Personal y material de la Dirección facultativa, Administración de la Junta y Dique flotante.	106843'40
Cimientos para los careneros de servicio del Dique flotante y deponente.	169058'02
Dársena para el servicio del Dique flotante y deponente.	9662'10
Urbanización de la zona marítima delante del Depósito Comercial.	17037'10
Ampliación de los terrenos de la playa de la mar vieja.	10809'46
Reforma del pavimento de los sótanos del Depósito Comercial.	19757'15
<i>Suma y sigue.</i>	333167'23

<i>Suma anterior.</i>	
Distribución de la zona de servicio en el muelle de la Muralla.	335368'37
Instalación de tinglados en el muelle de la Muralla.	129559'60
Distribución de los terrenos del muelle de la Barceloneta.	169944'88
Instalación de tinglados en el muelle de la Barceloneta.	186425'39
Instalación de vías férreas en los muelles de la Barceloneta y del Depósito.	122412'55
Dérribo de los almacenes del muelle Nuevo y construcción de otros para el servicio de las obras.	11339'85
Muelles de España, Baleares y Nuevo:	560055'56
Prolongación y reforma del dique del Este.	154675'40
Instalación de ascensores, descensores y demás aparatos para las operaciones del Depósito Comercial.	142479'96
Adquisición de los aparatos y anejos necesarios para el suministro é instalación de luz eléctrica, elevadores mecánicos, cintas portátiles y grúas móviles de puente para el servicio del Depósito Comercial.	167378'76
Adquisición de los aparatos y anejos necesarios para el transporte de fuerza motriz, establecimiento de luz eléctrica y avisadores de incendios en el Depósito Comercial.	10619'10
Adquisición de los aparatos y anejos necesarios para el establecimiento de avisadores de incendios en el Depósito Comercial.	22257'71
Adquisición de 32 básculas para el servicio del Depósito Comercial.	29078'33
Pintado de la escalera principal de Levante en el Depósito Comercial.	240'00
Pintado de las columnas, jácenas, viguetas, tuberías y armaduras de la cubierta del Depósito Comercial.	211'39
Adquisición de cien vehículos para el servicio del Depósito Comercial.	11432'50
Adquisición de un barco bomba y una lancha de vapor.	10000'00
Dique flotante y deponente.	135845'00
Terraplén de refuerzo para el servicio del Dique flotante y deponente.	6130'10
Adquisición de aparatos de amarra para el interior de la dársena del dique flotante.	27325'24
Construcción de una caseta provisional para la Inspección de muelles.	7556'47
Conservación de las obras, servicio y policía.	418505'68
<i>Total.</i>	2992009'07

La cifra total de gastos originados para la prosecución de las obras del puerto ascienden pues, durante el año de 1902, á 2992009'07 pesetas.

Sumando esta cifra con la de los gastos originados por todos conceptos en la citada construcción, desde su época inicial hasta el 31 de Diciembre de 1901 y que según los datos de nuestra última memoria se elevaban á 37164739'22 pesetas, obtendremos la suma completa de todo lo gastado hasta 1.º de Enero de 1903, que es la siguiente:

	Pesetas
Gastos originados desde que principiaron las obras hasta 1.º de Enero de 1902.	37164739'22
Gastos originados desde esta última fecha al 1.º de Enero de 1903.	2992009'07
<i>Gasto total.</i>	40156748'29

Durante el año se han ocupado los siguientes operarios:

	NÚMERO	JORNALES
Máquinistas, ajustadores, fogaeros y manipuladores de grúas y básculas.	47	10823'00
Patrones y marineros.	101	13647'25
Buzos.	4	710'00
Albañiles, canteros y empedradores.	144	17836'00
Carpinteros y calafates.	73	5712'25
Herreros.	13	1357'75
Peones.	669	139352'25
Carros.	43	5970'25
<i>Totales.</i>	1094	195408'75

Barcelona 30 de Junio de 1903.

EL DIRECTOR FACULTATIVO DE LAS OBRAS,

Carlos de Angulo.

Movimiento comercial del puerto

Como en el año anterior, consigno los datos relativos al movimiento comercial del puerto durante el último quinquenio:

ESTADO DEL MOVIMIENTO DE IMPORTACIÓN POR EL PUERTO DE BARCELONA
Importación en pabellón Español

AÑOS	COSTAS DEL NORTE DE EUROPA									
	DINAMARCA	ISLANDIA — RUSIA, SUECIA Y NORUEGA			BÉLGICA Y HOLANDA	INGLATERRA		N. O. DE FRANCIA	ALEMANIA	PORTUGAL
		EFFECTOS	BACALAO	EFFECTOS	MADERA	EFFECTOS	CARBÓN MENEAL	EFFECTOS	EFFECTOS	EFFECTOS
	1898..	—	—	—	1.463,983	4.099,046	59 173,497	25.127,140	853,400	2 019,515
1899...	—	—	—	2 207,854	—	22 474,969	37.896,596	—	3.454,898	—
1900...	—	—	251,471	4.156,346	537,262	65.807,655	32.729,108	2.315,180	3.049,857	1,000
1901...	—	—	—	13 613,228	3 395,478	40.634,917	25.996,889	3.064,429	1.817,672	145,505
1902...	—	—	—	—	5.440,326	108.967,362	30.942,038	3.406,557	2.6 5,774	1.562,199

Importación en pabellón Extranjero

1898...	654,915	3.779,804	737,472	17.563,716	20.509,688	357.207,326	8.017,330	4.319,664	5.911,149	—
1899...	1.128,390	3 490,474	1.541,968	29.218,955	32.903,368	497 708.110	27.494.288	8.306,740	18.077,534	135
1900...	—	3 513.091	5.136,717	32.394,228	32.819,096	577.303,858	14.895,833	4.956.833	14.776,932	42,108
1901...	—	3.582,699	1.448.632	37.931,241	27.514,855	572.891,249	7.728.780	6.379.095	13 389,496	—
1902...	—	4.671,633	1.554,799	15.177,554	24.964,077	592.392,573	7.767.566	3 291.709	18.295,208	1.103,802

Importación en pabellón Español

AÑOS	COSTAS DE LEVANTE									
	ITALIA			SUR DE FRANCIA	GRECIA	SUR DE RUSIA MAR NEGRO, DARDANELOS		AUSTRIA	ISLAS DEL MAR JÓNICO	TURQUÍA
	CARBÓN VEGETAL	MÁRMOL	EFECTOS	EFECTOS	EFECTOS	EFECTOS	TRIGO	EFECTOS	EFECTOS	EFECTOS
1898...	—	116,100	8.619,797	52.100,437	—	—	—	—	—	39,704
1899...	—	5,580	12.595,454	67.862,138	—	—	897,000	—	—	—
1900...	—	—	11.166,493	38.254,399	—	—	—	—	—	—
1901...	188,556	—	7.919,761	45.593,796	—	—	—	—	—	1.267,332
1902...	—	—	9.746,634	52.238,244	—	—	—	—	—	—

Importación en pabellón Extranjero

1898...	25.875,080	2.523,510	2.525,680	3.706,552	380,133	2.967,744	14.330,349	1.671,554	4.266,433	20.150,608
1899...	38.696,373	3.580,398	4.189,136	2.111,175	2.416,238	4.498,880	82.249,521	3.183,048	4.008,303	8.471,183
1900...	19.317,488	4.622,753	5.898,495	4.569,382	552,142	7.839,972	59.892,220	3.252,076	—	8.559,094
1901...	20.571,829	4.978,882	2.191,941	1.166,201	1.657,790	—	42.843,460	4.047,453	11.579,070	27.297,484
1902...	24.426,265	5.610,108	6.165,895	5.347,785	6.762,768	5.262,260	31.099,598	4.598,437	—	—

Importación en pabellón Español

AÑOS	ASIA		AFRICA	COSTAS DEL NORTE DE AMÉRICA				
	ASIA MENOR, ALEJANDRÍA SMYRNA		COSTAS DEL N. Y O.	ESTADOS UNIDOS		ANTILLAS	MÉXICO HONDURAS COSTA-RICA	SANTO DOMINGO
	ALGODÓN	EFFECTOS	EFFECTOS	ALGODÓN	EFFECTOS	EFFECTOS	EFFECTOS	EFFECTOS
1898.....	40,408	—	1.408,306	21.400,237	13.808,595	10.981,376	798,091	—
1899.....	—	4.757,029	3.254,452	35.090,082	29.144,453	3.596,912	838,694	—
1900.....	371,469	1.922,989	6.395,165	65.243,168	30.481,334	—	2.731,471	—
1901.....	918,444	1.480,518	7.382,128	36.018,391	27.544,332	4.905,783	5.995,982	—
1902.....	2.711,030	214,181	3.528,658	36.068,771	14.859,249	5.881,046	8.111,163	—

Importación en pabellón Extranjero

1898.....	8 019,457	8.518,109	—	33.175,599	12.524,903	6,000	—	—
1899.....	6.851,490	45.363,661	400,000	27 204,675	29.880,791	276,987	—	—
1900.....	7.661,175	23.616,977	1.135,000	15.564,002	22.094,497	—	—	—
1901.....	7.476,020	10.587,235	780,000	20.324,061	12.750,831	—	—	—
1902.....	10.728,092	6.416,904	-472,658	23.736,251	11.908,172	—	—	—

Importación en pabellón Español

AÑOS	COSTAS DEL S. DE AMÉRICA		COSTAS DEL O. DE AMÉRICA		OCEANÍA		
	ECUADOR, COLOMBIA, BRASIL		RÍO DE LA PLATA	CHILE, GUATEMALA GUAYANA	BOLIVIA PERÚ ALTO Y BAJO	ARCHIPIÉLAGO	ISLAS FILIPINAS
	ALGODÓN	EFECTOS	EFECTOS	EFECTOS	EFECTOS	EFECTOS	EFECTOS
1898	—	—	—	—	—	—	7.880,590
1899	—	—	11.197,870	—	—	—	1,504,143
1900	—	—	42.730,361	24,000	—	3.798,012	75,538
1901	590,703	—	29.486,121	37,842	—	—	5.160,826
1902	—	1.103,049	11.879,285	—	—	—	2.258,726

Importación en pabellón Extranjero

1898	—	—	4.683,043	—	—	—	—
1899	13,890	—	59.161,894	—	—	—	—
1900	21,483	—	40.759,483	—	—	—	—
1901	5.171,955	—	14.922,661	—	—	4.156,911	1.447,810
1902	—	18,225	6.700,645	—	—	—	—

Resumen del movimiento de importación por el Puerto de Barcelona

AÑOS	Buques españoles procedentes de cabotaje	Buques españoles procedentes de las Antillas	Buques españoles procedentes de Filipinas	Buques españoles procedentes de la América Extranjera	Buques españoles procedentes del Extranjero de Europa	Buques españoles procedentes de las costas de Asia y Africa	Buq. extranjeros procedentes de la América Extranjera	Buq. extranjeros procedentes del Extranjero de Europa	Buq. extranjeros procedentes de las costas de Asia y Africa	DESCARGA TOTAL DE ALTURA
	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS	KILOGRAMOS
1898...	331.587,490	10.981,376	7.880,590	35.049,897	153.459,941	1.468,418	45.700,502	503.361,733	24.326,377	763.366,868
1899...	334.079,397	3.873,899	1.504,143	64.342,218	160.004,923	7.677,066	54.119,879	824.795,077	63.234,663	1.174.173,826
1900...	333.784,623	—	75,538	65.724,502	203.761,611	12.487,463	38.658,499	754.011,415	30.654,237	1.095.297,727
1901...	360.573,335	4.905,783	5.160,826	61.472,727	180.569,652	10.496,936	33.962,804	806.284,261	24.733,756	1.127.586,745
1902...	360.797,443	5.881,046	2.258,726	50.928,020	236.311,797	6.204,688	35.644,423	766.524,453	17.303,103	1.121.057,256

Movimiento del Puerto de Barcelona y cantidades percibidas por razón del arbitrio destinados para las obras del mismo

AÑOS	BUQUES ENTRADOS				NAVEGACIÓN DE ALTURA		Toneladas de 1.000 Kilogramos			TOTAL Descargo de altura	RECAUDACIÓN			TOTAL Recaudación
					Numero de buques		KILOGRAMOS DESCARGADOS				Por cabotaje	Altura	Altura		TOTAL
	De Cabotaje	Del Extranjero	De Antillas y Filipinas	TOTAL	Bandera española	Bandera extranjera	Al Cabotaje	Altura española	Altura extranjera	Kilogramos		Pesetas	Pesetas	Pesetas
1898...	2,052	1,408	41	3,501	580	828	331,587	189,978	573,388	763,366	198,950'69	379,956'34	1.146,777'06	1.725,684'09
1899...	2,119	1,678	49	3,846	615	1,063	334,079	232,024	942,150	1.174,174	200,443'74	464,048'44	1.884,290'14	2.548,591'32
1900...	2,083	1,571	31	3,685	658	913	333,784	281,973	813,324	1.095,297	186,538'44	530,401'37	1.518,304'11	2.235,243'92
1901...	2,078	1,614	33	3,725	692	922	360,573	262,606	864,981	1.127,587	162,265'51	393,921'61	1.297,673'07	1.853,860'19
1902...	2,155	1,650	29	4,834	698	952	360,797	301,584	818,472	1.121,057	162,359'17	452,426'97	1.229,209'96	1.843,996'10

Importación de algunos frutos de Europa, Asia y América

AÑOS	TONELADAS DE 1,000 KILOGRAMOS ESPAÑÓLES DEL EXTRANJERO								
	ABACÁ YUTE	ALGODÓN	AÑIL	AZÚCAR	CACAO	CAFÉ	CUEROS	GUANO	PETRÓLEO
1898...	243	3,959	46	—	134	148	295	179	175
1899...	298	8,201	30	82	3	323	927	64	—
1900...	574	3,834	43	5	53	522	3,679	—	251
1901...	1,653	10,666	46	—	276	1,776	3,197	177	731
1902...	210	14,519	45	—	577	1,841	3,543	107	—

Importacion de algunos frutos de Asia y América

	ESPAÑÓLES DE ULTRAMAR								
1898...	—	21,399	—	—	—	—	—	—	176
1899...	—	35,021	—	—	79	459	235	—	1,014
1900...	—	35,244	—	—	39	140	4	—	8,987
1901...	—	36,028	—	—	77	305	12	—	373
1902...	—	36,068	—	—	—	414	3	—	1,922

Importación de algunos frutos de Asia y América

AÑOS	TONELADAS DE 1,000 KILOGRAMOS ESPAÑOLES DE LAS ANTILLAS								
	ABACÁ YUTE	ALGODÓN	AÑIL	AZÚCAR	CACAO	CAFÉ	CUEROS	GUANO	PETRÓLEO
1898...	—	—	—	5,758	3	1,726	9	—	—
1899...	—	—	—	2,086	42	474	3	—	—
1900...	—	—	3	9	35	158	12	—	—
1901...	—	4	—	—	176	1,034	493	—	—
1902...	—	—	4	—	109	1,094	91	—	—

Importación de algunos frutos de Asia y América

	ESPAÑOLES DE FILIPINAS							
1898...	47	1	—	67	—	10	—	—
1899...	255	1,316	—	—	—	6	—	—
1900...	12	—	—	—	—	60	—	—
1901...	94	132	—	—	9	137	3	—
1902...	7	—	—	—	—	—	—	—

Importación de algunos frutos de Asia y América

AÑOS	TONELADAS DE 1,000 KILOGRAMOS EXTRANJEROS DE EUROPA Y ASIA								
	ABACÁ YUTE	ALGODÓN	AÑIL	AZÚCAR	CACAO	CAFÉ	CUEROS	GUANO	PETRÓLEO
1898...	8,477	8,109	16	—	178	159	1,357	152	—
1899...	5,542	8,094	15	—	34	609	3,637	137	—
1900...	6,984	6,031	28	—	2	265	971	43	845
1901...	8,239	4,975	22	—	306	404	727	—	1,096
1902...	4,279	12,008	114	—	40	90	1,293	70	997
	EXTRANJEROS DE ULTRAMAR								
1898...	—	33,174	—	—	—	—	—	—	919
1899...	—	27,205	—	—	—	3	—	—	77
1900...	—	16,564	—	—	—	—	—	—	—
1901...	—	20,326	—	—	—	—	—	—	—
1902...	—	23,736	—	—	—	—	—	—	—

Importación por el puerto de Barcelona de cereales, granos y grasas procedentes del Extranjero y Ultramar

AÑOS	TONELADAS DE 1,000 KILOGRAMOS											
	ASIA-ÁFRICA		ÁFRICA		SUR DE		MAR NEGRO		ESTADOS UNIDOS		RIO DE LA PLATA	
	<i>Francia</i>	<i>Italia</i>	<i>Italia</i>	<i>Smirna</i>	<i>Rusia</i>	<i>Turquia</i>						
	Maíz	Trigo	Habas	Habichuelas	Maíz	Trigo	Maíz	Trigo	Maíz	Trigo	Maíz	Trigo
1898.....	4,329	591	10,247	902	25,694	7,390	—	6,603	5,310	—	1,149	—
1899.....	3,219	76,975	—	—	10,407	72,804	—	3,990	3,433	23,954	10,707	45,813
1900.....	5,557	20,114	1,202	—	4,599	69,087	—	—	110	7,828	16,223	51,906
1901.....	7,076	5,066	1,193	1,902	18,032	50,095	—	990	2,235	11,092	3,512	20,834
1902.....	1,762	4,787	—	—	5,078	35,503	—	—	—	—	3,441	1,163

AÑOS	TONELADAS DE 1,000 KILOGRAMOS													
	COSTAS DE LEVANTE		AMÉRICA		EUROPA		ÁFRICA-FRANCIA		ÁFRICA	FRANCIA	Españoles del Extranjero	Extranjeros del Extranjero	ULTRAMAR	
									<i>Portugal</i>	<i>Rusia</i>			Extranjeros	Españoles
	Habichuelas	Habas	Sebos	Grasas	Sebos	Grasas	Garbanzos	Patatas	Algarrobas	Cebada	Duelas	Duelas	Duelas	Duelas
1898...	7,535	—	1,659	439	730	436	1,049	60	—	565	1,357	1,223	1,149	2,730
1899...	3,924	12	7,852	—	3,277	223	1,841	10	—	477	1,576	590	10,707	8,288
1900...	553	65	5,268	—	3,601	289	2,619	3	—	2,495	506	518	16,223	9,518
1901...	3,886	100	5,611	—	1,548	369	2,177	—	137	1,468	437	341	3,512	6,546
1902...	4,504	—	6,874	46	677	285	2,762	—	3,199	298	1,186	560	3,441	318

**Totales de exportación durante los años
1897-98-99-1900-1901**

Años 1896.	Kilos	201.063,000
» 1898.	»	188.652,000
» 1899.	»	146.625,000
» 1900.	»	264.382,173
» 1901.	»	139.544,662

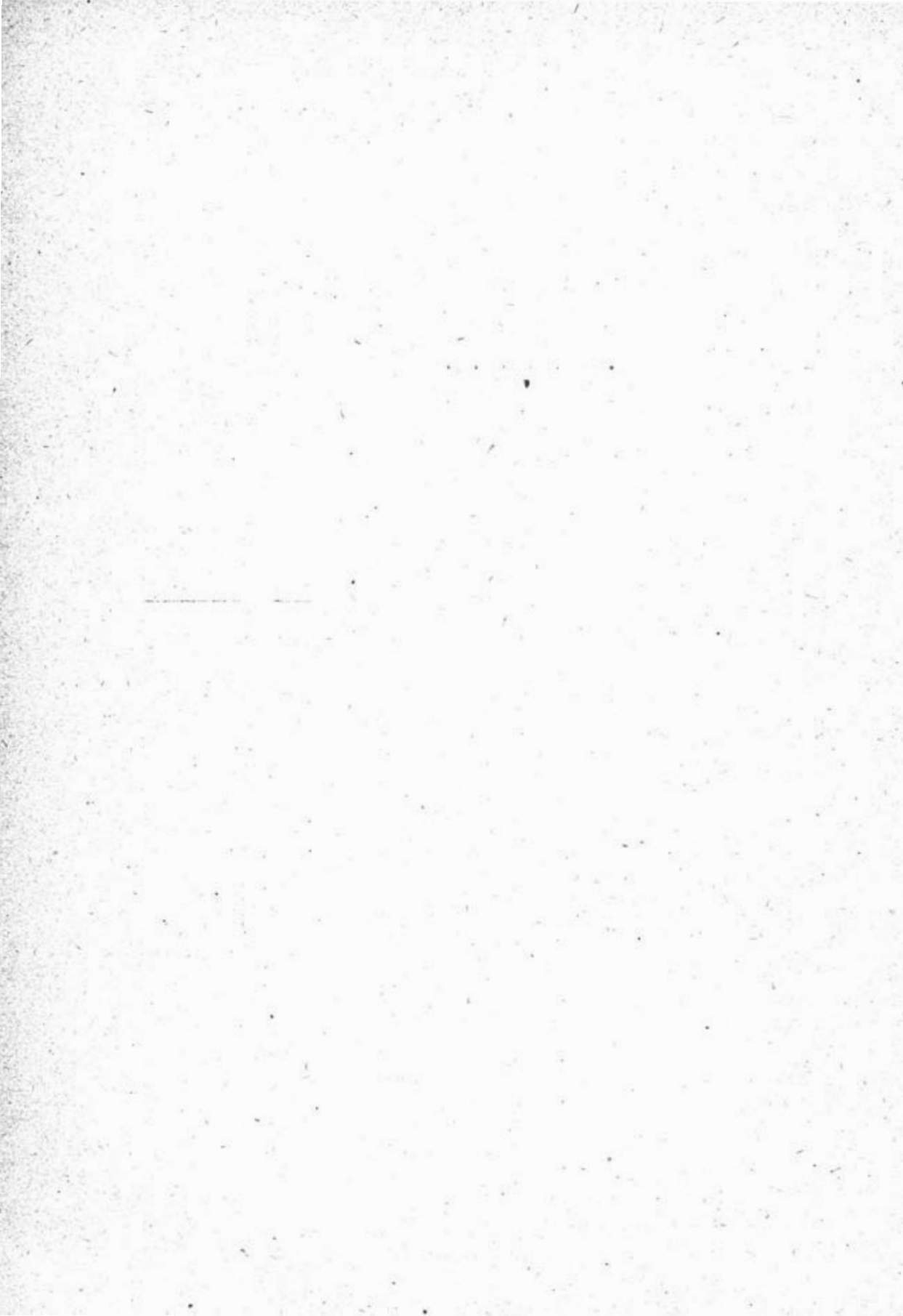
**Mercaderías exportadas por el Puerto de Barcelona
año 1902**

MESES	Buque de Vapor Bandera Nacional	Buque de Vapor Bandera Extranjera	Buque de Vela Bandera Nacional	Buque de Vela Bandera Extranjera	Total en Toneladas de 1,000 ks.
Enero.	7,475	3,144	—	240	10,859
Febrero.	6,469	1,211	44	—	7,724
Marzo.	7,513	3,383	123	144	11,163
Abril.	7,308	2,696	935	1	10,940
Mayo.	8,233	2,395	328	100	11,056
Junio.	7,225	2,011	370	10	9,585
Julio.	7,892	2,985	400	224	11,501
Agosto.	6,627	2,251	604	—	9,482
Septiembre.	7,674	1,904	328	588	10,494
Octubre.	5,703	3,025	348	337	9,413
Noviembre.	8,910	3,107	999	—	12,380
Diciembre.	6,593	2,531	370	122	9,616

Barcelona 30 de Junio de 1903.

El Ingeniero Director de las Obras,

Carlos de Angulo.



APÉNDICE

Cálculos de estabilidad

DE LA SECCIÓN DEL DIQUE PROPUESTO EN EL PROYECTO PRIMITIVO

Complicado y difícil por demás es el problema relativo á la comprobación de las resistencias en un dique ó rompeolas, expuesto á la violencia de las marejadas; dificultad y complicación cuya causa primordial estriba en la vaguedad suma que existe para la exacta apreciación de los empujes exteriores, fuerzas y acciones variables hasta lo infinito, y que revistiendo á veces extraordinaria intensidad, pueden fijarse solamente en virtud de hipótesis más ó menos desfavorables y de caracter prudencial, basadas á su vez en hechos prácticos ó resultados experimentales.

De aquí que tales obras se proyecten; por tesis general, según ya hemos dicho, apelando á reglas puramente empíricas, ó procediendo por comparación con otras ya existentes, bien en la misma localidad bien en puntos y mares cuyas circunstancias geográficas y climatológicas, ofrezcan con los de aquella la conveniente analogía. Pero este sistema que á primera vista parece racional, es vicioso en extremo, por cuanto la acción de los fenómenos llamados naturales, puede variar de un punto á otro por el simple efecto de los accidentes locales, y á veces en distancias reducidísimas entre límites de muy diversa intensidad. He aquí lo que indicábamos sobre este mismo punto en la Memoria de nuestro anteproyecto.

«Conocidas de todos son las circunstancias especiales del puerto de Ajaccio, que situado en el fondo ó vértice de una anfractuosidad de la costa que vá estrechándose paulatinamente hacia el interior, y por cuya boca penetran normalmente los vientos y mares tempestuosos, se ve sometido, aún en temporales ordinarios, á marejadas de una extraordinaria violencia, debidas á la mayor fuerza y altura que vá tomando el oleaje á medida de su propagación en zonas de más reducida amplitud. Pero sin necesidad de acudir á otras localidades en busca de ejemplos que robustezcan nuestro aserto, basta citar lo ocurrido en el propio puerto

de Barcelona con el proyecto y construcción del actual dique de Levante. La sección transversal de esta obra y el cubo ó volumen de los diversos elementos que la constituyen fueron determinados por los resultados experimentales conseguidos en las escolleras del muelle Nuevo, del que este dique viene á ser prolongación. Dichas escolleras, formadas por bloques naturales, cuyos volúmenes rara vez exceden de uno ó dos metros cúbicos, han resistido, sin embargo y siguen resistiendo perfectamente á los mayores temporales del 1.º y 2.º cuadrantes que baten, como es sabido, dicho puerto con gran intensidad. Todo hacía, pues, presumir que aumentando la altura de la nueva obra sobre el nivel del mar y reforzando el volumen medio de los citados bloques, aquella ofrecería también iguales ó mayores condiciones de resistencia. La práctica, sin embargo, se ha encargado de demostrar lo contrario, pues nadie ignora que los temporales extraordinarios que azotaron la costa de Levante en 13 y 14 de Marzo de 1886 y 4 de Diciembre de 1887, ocasionaron la casi total ruina del nuevo dique en su parte curva, mientras la fábrica del muelle Nuevo no sufrió desperfecto alguno de importancia. Esto se explica fácilmente, en primer término, porque el talud exterior de aquel muelle, algo más tendido que el de la escollera de Levante, se halla reforzado además con el playazo formado á su pié por el avance de los aterramientos litorales que rellenan los huecos entre las piedras, dán al conjunto una gran estabilidad. En segundo lugar, porque el abrigo prestado por la costa en su avance al N. E. vá siendo cada vez menor, y finalmente, porque debido á un fenómeno especial, cuyo origen no es del caso analizar aquí, y que puede prevenir tal vez de la reflexión de los mares del Golfo en las acantiladas costas de Menorca, el caso es que sobre todo el trozo curvo de la actual escollera, y á partir de su arranque afluyen en ciertos temporales del N. E. dos mares perfectamente distintos y apreciables á la simple vista una *directa* y otra *reflejada*, cuyos efectos se superponen hasta el punto de producir olas combinadas de altura y fuerza verdaderamente excepcionales.»

Lo dicho basta para demostrar la conveniencia de someter al cálculo esta clase de construcciones, procurando hacer frente á todo género de futuras eventualidades por la exageración prudencial de las acciones exteriores, dentro siempre de los límites prácticos conocidos, que permitan obtener para todos los casos y resistencias, coeficientes aceptables de estabilidad. Una obra proyectada en estas condiciones podrá no resultar perfecta, pero en virtud de las seguras indicaciones que iremos obteniendo, lograremos dotar á todas sus partes y fábricas de tal trabazón y unidad que su resistencia por este sólo hecho quedará considerablemente aumentada; y tanto es así, que sometiendo á cálculos aná-



logos los diques existentes, se verá que muchos de ellos no resistirían á esfuerzos harto más débiles que los que nuestras hipótesis suponen.

La baratura y solidez de tales obras dependen, pues, esencialmente más que de la aglomeración de fábricas y del volúmen aislado de sus elementos, del acertado enlace de éstos entre sí mediante el cual, y prestándose unos á otros el conveniente apoyo, se logrará dar al conjunto la solidez y resistencia de un verdadero monolito.

De aquí la explicación de muchas anomalías, de muchos fenómenos que registra la historia de las construcciones marítimas y que suelen atribuirse á efectos de una pujanza extraordinaria ó misterioso origen, siendo así que pueden explicarse las más veces por causas naturales y sencillas dentro del terreno científico. A primera vista parece, en efecto, inexplicable como un bloque artificial de mampostería de más de 800 toneladas de peso y construido en su propio emplazamiento sobre un lecho de escollera casi horizontal, y presentando al mar su cara más estrecha, pueda ser fácilmente removido y aún volteado por las olas, como se ha confirmado una y más veces en el puerto de Cette; y sin embargo la explicación es fácil, recordando que la fuerza del oleaje, en la zona de la marea media puede llegar á 30 toneladas por metro cuadrado, y que el bloque en cuestión, bañado ó envuelto por la marejada, pierde de su peso una fracción de 350 toneladas, igual al del volumen de agua que desaloja (*). Efectuado el cálculo en estas condiciones, se ve fácilmente que el momento impulsivo del empuje puede exceder del resistente en multitud de casos prácticos, haciendo inevitable, bien el giro del bloque, bien su deslizamiento, según la altura de su punto de aplicación. Suponiendo el mismo efecto de abajo arriba, ó sea actuando en la base del bloque, y que el apoyo de este sobre la escollera tuviera lugar, según lo más frecuente en solo una fracción de su área (el quinto por ejemplo), dicho bloque sería no solamente removido, sino levantado á una altura de 3 ó 4 metros, pudiendo salvar fácilmente, envuelto en la masa líquida un obstáculo de menor altura, ó ser arrastrado al mar con la ola de retroceso.

Un fenómeno idéntico es el acaecido en nuestro propio puerto durante la época de reconstrucción del dique de Levante. Uno de los enormes bloques de hormigón *grappier*, construido para la defensa del espaldón, fué materialmente arrancado de su alveolo, elevado á más de 2 metros de altura y arrojado al antepuerto sobre la escollera del talud interior donde aún se conserva, para lo que tuvo que recorrer una distancia horizontal de 17 metros. Dicho bloque, de forma aplanaada, me-

(*) Las dimensiones lineales del bloque citado, son las siguientes: Longitud 10 metros. Amplitud 7 metros. Altura 5 metros.

día unos 7 metros de longitud de 5'50 á 6 metros de ancho y unos 2 metros de altura, componiendo un volúmen de 82 metros cúbicos y un peso aproximado de 190 toneladas. Hallándose asentado el bloque sobre la escollera por una de sus mayores caras cuya superficie podía apreciarse en unos 40 metros cuadrados, y estando encajonado además por tres de sus costados entre macizos de construcción análoga, claro es que el empuje á que se debió su remoción, debió ser también de abajo arriba, al menos en su acción inicial, debiéndose su traslación posterior bien á la componente horizontal de la misma oleada, bien á los esfuerzos combinados de las sucesivas. Como quiera que al construir el bloque se procuró igualar y hacer lo más grande y perfecta posible su base de asiento, rellenando con mampuestos y sacos de hormigón las oquedades de la antigua escollera, resulta, en realidad bastante difícil, la apreciación de aquel fenómeno, cuya intensidad debia variar en razón inversa de la superficie de apoyo. Partiendo del supuesto lógico de una socavación previa de la base que redujese su extensión de contacto al límite prefijado con autoridad, resulta suficiente un esfuerzo vertical de 5 á 6 toneladas por metro cuadrado, es decir, la quinta ó sexta parte del límite reconocido como máximun, para explicar aquel hecho en apariencia extraordinario.

Si aplicamos iguales deducciones á esos grandes bloques de revestimiento de 30 y 40 metros cúbicos usados en el sistema francés, bien como parte integrante del macizo, bien para defensa de las escolleras naturales, es fácil comprobar que todos los comprendidos en la zona de máximo empuje, y á medida que se vayan ofreciendo á la libre acción del oleaje por el desplazamiento de los exteriores, podrán ser lanzados, de no gravitar sobre ellos peso alguno, á siete y más metros de altura, haciendo ilusorias sus garantías de resistencia é infructuosos los gastos de su construcción. La estabilidad de un revestimiento de este género, es por consecuencia hipotético, y solo puede conseguirse por la incesante renovación del material; de aquí la conveniencia y lógica de los sistemas concertados.

Si consideramos finalmente el macizo de coronación de un dique, sometido á la acción directa del mar, sobre su paramento exterior, y cuyas dimensiones sean de 3 metros de altura por 8 de amplitud (superiores á las de muchos de los existentes), en cuyas condiciones solo puede desplazarse por deslizamiento sobre las escolleras, y suponemos además que el peso de la fábrica de que se compone sea de 2000 kilogramos por metro cúbico, é igual á 0'76 el coeficiente de rozamiento; tendremos llamando E al empuje por metro cuadrado del oleaje, que el macizo no será estable de no satisfacerse la desigualdad.

$2 E F 3 + 8 + 2000 + 0'76$, ó $E I 18.240$ kilogramos; y hemos dicho

repetidas veces que la fuerza de las olas al nivel del mar puede exceder considerablemente de esta cifra.

Demostrada por lo tanto la necesidad y conveniencia de someter a cálculo esta clase de construcciones, pasaremos sin más demora á detallar los fundamentos y método adoptados para nuestro proyecto.

El problema que tratamos de resolver puede considerarse dividido en dos partes distintas, una relativa á la estabilidad de la obra considerada aisladamente ó sea con entera independencia de toda acción externa; y otro concerniente á la comprobación de su resistencia para toda clase de empujes y sobrecargas de carácter accidental.

Comenzando, como es lógico, nuestro exámen por la primera de las cuestiones planteadas como es fácil ver por la sola inspección de los planos que esta parte del problema puede simplificarse en extremo toda vez que las condiciones del equilibrio estático quedan cumplimentadas *a priori*, tanto para la base general de escollera, como para la fábrica superior ó espaldón; por cuanto aquella construida con taludes superiores al natural, ha de resultar forzosamente *estable*; y el segundo viene á constituir un solo cuerpo ó monolito asentado por su base más amplia sobre una plataforma horizontal. Toda la cuestión queda, pues, reducida á comprobar la resistencia de los muros de bloques artificiales que limita por uno y otro de sus costados el cuerpo ó macizo intermedio del dique, conteniendo el empuje horizontal de las escolleras interiores.

He aquí los datos, ya fijos, ya prudenciales, en que se han basado estos cálculos.

Peso del metro cúbico de mampostería hidráulica con cal de Teil.	Kg. 2.314
Id. id. del hormigón con id.	2.240
Id. id. del hormigón con cemento grappier.	2.300
Id. id. de la escollera arenisca de Montjuich.	2.340

Peso de un bloque

Dimensiones lineales	}	Longitud.	5. ^m 00
		Latitud.	2. ^m 80
		Altura.	2. ^m 50

Volúmen correspondiente—35 metros cúbicos.

Peso del aire libre— $35 \times 2240 = 78.400$.

Id. dentro del agua— $78.400 - 35.000 = 43.400$.

Talud tomado para las escolleras— 45° .

Angulo de deslizamiento entre las piedras areniscas de grano medio.	$\frac{\alpha}{37^{\circ} 14' 0''}$ $\frac{\text{tg } \alpha}{0'76}$
Id: de la piedra arenisca sobre hormigón.	» »
Id. del hormigón sobre hormigón (bloques).	36° 30' 0'' 74
Resistencia práctica al aplastamiento de la piedra arenisca de Montjuich (término medio).	26 ^k por cm ² .
Id. del hormigón de piedra arenisca de Montjuich y cal eminentemente hidráulica de Teil.	
De uno á tres meses de inmersión ó en estado fresco.	4 ^k por cm ² .
De tres á seis meses.	10 ^k » »
De uno á más años.	14 ^k » »
Fuerza de cohesión del hormigón <i>grappier</i> á un mes de inmersión.	17 kgs.
Límite práctico adoptado ($\frac{1}{10}$ del anterior).	1 ^k 7
Id. id. de la mampostería con cal de Teil ($\frac{1}{10}$ de rotura)	0 ^k 9

En estos cálculos se ha debido prescindir de la contrapresión del fluido exterior por la permeabilidad de las juntas de bloques y escolle ras internas; pero en cambio se han tenido en cuenta para el muro inclinado los pesos de las cargas líquidas sobre los retallos sucesivos formados por los bloques.

Muro exterior

Segmentos en que se ha dividido el muro.	Pesos de los mismos — Kilógramos	Brazos de palanca de los momentos resistentes con relación á las aristas exteriores.
G ₄	F ₄ = 18.803	a ₄ = 1, ^m 80
G ₃	P ₃ = 31.264	a ₃ = 2, ^m 90
G ₂	P ₂ = 41.169	a ₂ = 2, ^m 60
G ₁	P ₁ = 47.843	a ₁ = 2, ^m 50
G	P = 65.043	a = 2, ^m 80
G'	P' = 83.493	a' = 3, ^m 00
G''	P'' = 104,743	a'' = 3, ^m 20

El fraccionamiento del muro quedará hecho lógicamente en tres secciones, teniendo en cuenta que el macizo interior de hormigón *grappier*, no puede ejercer empuje alguno sobre las últimas hiladas de bloques. He aquí la especificación de las mismas:

Alturas de las tres secciones

- 1.^a (hasta la base del tercer bloque)—2,^m50 h.
- 2.^a (hasta la base del segundo bloque)—5,^m00 h₁.
- 3.^a (hasta el pié del muro)—7,^m50 h₁.

Alturas de las puntas de aplicación de los empujes horizontales

(Correspondiente á la 1.^a sección) $h = 0,^m83$.

(Id. á la 2.^a id.) $h_1 = 1,^m67$.

(Id. á la 3.^a id.) $h_2 = 2,^m50$.

Peso de los prismas de máximo empuje. Kilógramos.	Pesos de las sobrecargas. Kilógramos.	Pesos totales. Kilógramos.
$p = 1.742$	$\pi = 17.969$	$p + \pi = 18.711$
$p' = 5.440$	$\pi' = 38.376$	$p' + \pi' = 43.816$
$p'' = 11.336$	$\pi'' = 68.664$	$p'' + \pi'' = 80.000$

Empujes horizontales

$$2 = (p + \pi) \operatorname{tg.} \frac{\vartheta}{2} = 18.711 \times 0'4142 = 8164$$

$$2' = (p' + \pi') \operatorname{tg.} \frac{\vartheta}{2} = 43.816 \times 0'4142 = 18149$$

$$2'' = (p'' + \pi'') \operatorname{tg.} \frac{\vartheta}{2} = 80.000 \times 0'4142 = 33136$$

Momentos impulsivos	Momentos resistentes
$M = 8164 \times 0'83 = 6776 \text{ Kg.}$	$m = 65043 \times 2'80 = 182120$
$M' = 18149 \times 1'67 = 30309 \text{ »}$	$m' = 83493 \times 3'00 = 250479$
$M'' = 33136 \times 2'50 = 82840 \text{ »}$	$m'' = 104743 \times 3'20 = 335178$

Longitudes de las bases de cada sección	Distancias de sus centros á los puntos límites	Distancias de los centros á los puntos de paso de la curva
$L = 4,m50$	$\frac{1}{6} L = 0,m75$	$l = 0,m30; l_1 = 0,m45$
$L' = 4,m50$	$\frac{1}{6} L' = 0,m75$	$l' = 0,m35; l'_1 = 0,m40$
$L'' = 5,m00$	$\frac{1}{6} L'' = 0,m83$	$l'' = 0,m80; l''_1 = 0,m03$

Vemos pues, que la resistencia al giro en cada una de las secciones queda completamente asegurada.

Para demostrar la concierne á los esfuerzos compresivos, haremos uso de la fórmula de Collignon cuya expresión es la siguiente:

$$R = \frac{P}{\Omega} \left(1 + \frac{3 p x}{a^2} \right), \text{ en la que}$$

A=Semibase.

P=Esfuerzo vertical á repartir, aplicado á una distancia p del centro de gravedad de la hilada

Ω = Superficie total de la base.

R=Presión por unidad superficial en el punto de la base situado á la distancia x de su centro de gravedad.

Aplicando esta fórmula á cada una de las secciones consideradas tendremos:

1.ª; P = 65043; p = 0'45; Ω = 4'50^{m2}; x = 2'25; R = 2'31 cm.²

2.ª; P' = 83493; p' = 0'40; Ω' = 4'50; x' = 2'25; R' = 2'84 »

3.ª; P'' = 104743; p'' = 0'03; Ω'' = 5'00; x'' = 2'50; R'' = 2'17 »
presiones, todas ellas bastante inferiores al límite práctico aceptado.

Para comprobar la resistencia al deslizamiento, determinaremos los ángulos formados con la vertical por las resultantes definitivas en cada junta. Las tangentes de estos ángulos son las expresadas á continuación.

$$T = \frac{8164}{65043} = 0'13; T' = \frac{18149}{83493} = 0'22; T'' = \frac{33136}{104743} = 0'31$$

inferiores todas á 0'74, que es la que corresponde al ángulo de deslizamiento.

La seguridad del muro es, por lo tanto, perfecta; mas para apreciarla mejor, calcularemos los llamados *coeficientes de estabilidad*, para cada uno de los tres casos de su resistencia. He aquí estos coeficientes:

Al giro

$$C = \frac{182120}{6776} = 26'9; C' = \frac{250479}{30309} = 8'33; C'' = \frac{335178}{82540} = 4'06$$

Al aplastamiento

$$C = \frac{14}{2'31} = 6'06; C' = \frac{14}{2'84} = 4'93; C'' = \frac{14}{2'17} = 6'45$$

Al deslizamiento

$$C = \frac{0'74}{0'13} = 5'69; C' = \frac{0'74}{0'22} = 3'36; C'' = \frac{0'74}{0'31} = 2'39$$

Este gran exceso de estabilidad es necesario para tener en cuenta los efectos más ó menos potentes de las sobrecargas accidentales á que con tanta frecuencia puede verse expuesta una construcción de este género. El caso más desfavorable que por consecuencia de estas acciones anormales podemos considerar con relación á la seguridad de esta parte del dique, y como se deduce de la discusión que más tarde insertamos, es el correspondiente á la tercera de nuestras hipótesis, en la que estudiamos el efecto de una gran ola ó golpe de mar que llegue á batir normalmente en toda su amplitud la cara mayor del paramento externo del espaldón.

El cálculo gráfico de los esfuerzos desarrollados en la fabrica; dá para el máximo empuje horizontal que actúa sobre la última sección del muro, que es la más expuesta, un valor

$Q''_1 = 40.750$ kilogramos, al que corresponden un momento impulsivo $M''_1 = 40.750 \times 2'50 = 101.875$ kilogramos, y otro resistente $m''_1 = 107.708 \times 2'1 = 226.187$ kilogramos.

La presión máxima en la base será en este caso:

$$R = \frac{107708}{5} \left(1 + \frac{3 \times 0'4 \times 2'5}{2'5^2} \right) = 3'19 \text{ Kgs.}$$

La tangente del ángulo formado con la vertical por la resultante será igual á $\frac{40750}{107708} = 0'38$; y por último los coeficientes de estabilidad resultarán

$$\text{para el giro} \quad C = \frac{226187}{101875} = 2'22;$$

$$\text{para el aplastamiento} \quad C' = \frac{14}{3'19} = 4'38;$$

$$\text{y para el deslizamiento} \quad C'' = \frac{0'74}{0'38} = 1'95;$$

lo que prueba que aún para el caso de la sobrecarga más desfavorable; la estabilidad del muro puede considerarse asegurada.

Muro interior

Distribución de los segmentos	Peso de los mismos — Kilogramos	Brazos de palanca correspondiente con relación á la arista anterior
G_2	$P_2 = 21546$. . .	$h_2 = 2'35$.
G_1	$P_1 = 42046$. . .	$h_1 = 2'60$.
G	$P = 57546$. . .	$h = 2'60$.
G'	$P' = 73046$. . .	$h' = 2'60$.
G''	$P'' = 88546$. . .	$h'' = 2'60$.

Número de secciones en que se ha fraccionado el muro. . . = 3.

Alturas de las secciones	Alturas de los puntos de aplicación del empuje
1. ^a $H = 2'50$	$h' = 0'83$
2. ^a $H' = 5'00$	$h'_1 = 1'67$
3. ^a $H'' = 7'50$	$h'_2 = 2'50$

Peso de los prismas del máximo empuje	Peso de las sobrecargas	Pesos totales
$p = 1742$ Kgs.	$\pi = 9230$ Kgs.	$p + \pi = 10972$
$p_1 = 6968$ »	$\pi_1 = 18460$ »	$p_1 + \pi_1 = 25428$
$p_2 = 15678$ »	$\pi_2 = 27690$ »	$p_2 + \pi_2 = 43368$

Empujes horizontales	Momentos impulsivos	Momentos resistentes
$Q = 4545$	$M = 3772$	$m = 149620$
$Q_1 = 10532$	$M_1 = 17588$	$m_1 = 189920$
$Q_2 = 17963$	$M_2 = 44908$	$m_2 = 230220$

Longitud común de las bases— $L=5^m 00$.
 Longitud común de sus centros á los puntos límites— $l_0 L=0,^m 83$
 Distancias de los centros al paso de la curva $l_1=0,^m 02$; $l'_1=0,^m 14$;
 $l''_1=0,^m 50$;

Presiones máximas en la base de cada sección

$$R = \frac{57546}{5} \left(1 + \frac{3 \times 0'02 \times 2'50}{2'5^2} \right) = 1,^m 18;$$

$$R' = \frac{73046}{5} \left(1 + \frac{3 \times 0'14 \times 2'5}{2'5^2} \right) = 1'71;$$

$$R'' = \frac{88546}{5} \left(1 + \frac{3 \times 0'5 \times 2'5}{2'5^2} \right) = 2'83;$$

Tangentes de los ángulos de deslizamiento

$$T = \frac{4545}{57546} = 0'079; \quad T' = \frac{10532}{73046} = 0'14; \quad T'' = \frac{17963}{88546} = 0'203;$$

Coeficientes de estabilidad

al giro $C = 39'67; C' = 10'79; C'' = 5'13;$

al aplastamiento $C = 11'87; C' = 8'25; C'' = 4'94;$

al deslizamiento $C = 9'36; C' = 5'29; C'' = 3'65;$

La resistencia ó equilibrio estático de dicho muro es, por lo tanto, completamente satisfactorio.

Supongamos ahora el mismo caso de sobrecarga accidental estudiado para el muro anterior.

El valor gráfico del empuje horizontal se reducirá á

$$Q''_1 = 25.627 \text{ kilogramos.}$$

y el de los momentos impulsivos y resistentes á

$$M = 25.627 \times 2'5 = 64.068;$$

$$n = 117.010 \times 2'05 = 239.871.$$

La presión máxima en la base del muro, será:

$$R = \frac{107010}{5} \left(1 + \frac{3 \times 0'52 \times 2'5}{2'5^2} \right) = 3'80;$$

la tangente del ángulo de deslizamiento, $T = \frac{25627}{117010} = 0'22;$

y por último los coeficientes de estabilidad

al giro $C = \frac{239871}{64068} = 3'74;$

al aplastamiento $C = \frac{14}{3'8} = 3'68;$

y al deslizamiento $C = \frac{0'74}{0'22} = 3'37;$

Si en vez del anterior, consideramos la acción aún más aventual de una sobrecarga directa, producida v. g., por una gran ola que salvando el parapeto en su completo espesor y altura, venga á caer, por el efecto combinado del viento, en toda la amplitud de la banqueta des-

de unos 10 metros de elevación, produciendo en ella por metro lineal una presión que exageradamente podemos apreciar en unas 90 toneladas y hechos los cálculos correspondientes obtendremos para el valor del empuje en la sección total del muro

$$Q = 42815 \text{ kilogramos.}$$

y para el de los momentos impulsivo y resistente

$$M = 42815 \times 2.50 = 107038 \text{ kilogramos}$$

$$m = 118546 \times 2.6 = 308220 \quad \gg$$

La presión máxima en la base de asiento, resultará

$$R = \frac{118546}{5} \left(1 + \frac{3 \times 0.8 \times 2.5}{2.5^2} \right) = 4.65;$$

La tangente del ángulo de resbalamiento será $T = \frac{42815}{118546} = 0.36;$

y los coeficientes de estabilidad

al giro $C = \frac{308220}{107038} = 2.88;$

al aplastamiento $C = \frac{14}{4.65} = 3.01;$

y al deslizamiento $C = \frac{0.74}{0.36} = 2.06;$

Finalmente examinemos la hipótesis más desfavorable para el paso de grandes cargas sobre la vía emplazada en el muelle interior, y cuya posición más adecuada indicamos en la sección transversal del dique. Para ello supondremos que se trata de embarcar en alguno de los grandes buques mercantes ó de guerra que atraquen al referido muelle bien un generador de crecido diámetro, bien un cañón de grueso calibre, bien otro objeto ó artefacto cualquiera, cuyo peso pueda alcanzar un límite considerable que estimaremos de un modo prudencial en 120 toneladas. Claro es que el transporte de tan enormes cargas, no podrá hacerse en una sola vagoneta, necesiándose dos de estas *por lo menos* á defecto de *trucks* ó vehículos más adecuados. El peso total se habrá de repartir, por lo tanto, sobre un número mínimo de *ocho* ruedas, á cada una, de las cuales correspondería la carga todavía excesiva de *quince* toneladas; peso que aceptaremos para exagerar más las condiciones desfavorables del problema.

Consultando los planos es fácil comprobar que en este caso, la sección más expuesta del muro es la terminada por la base del segundo bloque; grabitando sobre ella un empuje horizontal.

$Q = 16745$ kilogs. al que corresponden un momento impulsivo

$$M = 16745 \times 1.67 = 27964 \text{ kgs.};$$

y otro resistente

$$m = 88046 \times 2.60 = 228920 \text{ kgs.}$$

La presión máxima por centímetro en la base del bloque indicado será

$$R = \frac{88046}{5} \left(1 + \frac{3 \times 0.26 \times 2.5}{2.5^2} \right) = 2,31;$$

El valor de la tangente de resbalamiento, $T = \frac{16745}{88046} = 0.22;$

y el de los coeficientes de estabilidad

al giro $C = \frac{228920}{27964} = 8.19;$

al aplastamiento $C = \frac{14}{2.31} = 6.06;$

y al deslizamiento $C = \frac{0.74}{0.22} = 3.36;$

como se vé mucho más crecidos que los correspondientes al caso anterior.

Equilibrio dinámico

No basta, sin embargo, que la estabilidad de la obra *por sí sola*, ó en otras palabras que su equilibrio llamado *estático*, sea completamente satisfactorio; pues sometida aquella al variable influjo de fuerzas exteriores tan poderosas como las que puede producir la marejada, es necesario igualmente que su resistencia sea no menos perfecta contra estas acciones anormales; y aquí entramos en la parte más vaga y difícil de su comprobación.

No es posible, en efecto, prejulgar ni la máxima intensidad de estos empujes, ni el modo exacto de su formación, ni las circunstancias claras y precisas con que harán sentir su pujanza; siendo forzoso, por lo tanto, acudir á las más desventajosas hipótesis, dentro, por supuesto, de los límites intensivos determinados por la práctica. De aquí que en nuestros cálculos partiremos siempre, como dato fijo, de una fuerza inicial impulsiva al nivel de la marea media susceptible de ejercer contra un obstáculo cualquiera, una presión máxima de 30 toneladas por metro superficial, de acción. Y para que pueda apreciarse mejor lo exagerado del supuesto, nos bastará decir que estos grandes efectos sólo han sido notados en mares violentísimos, donde las olas pueden alcanzar la formidable altura de 15 á 20 metros, pero nunca en el Mediterráneo y demás mares interiores, en los que una ondulación de 8 á

9 metros puede ya considerarse como excepcional. Pero no es esto sólo, para que una ola de las dimensiones citadas pueda producir aquellas presiones, es preciso que rompa en toda su amplitud y altura; y que por la sucesiva y rápida anulación de su componente vertical, vaya aumentando su velocidad y fuerza viva, hasta acabar por proyectarse real y positivamente con extraordinaria violencia; y claro es que esto no podrá pasar nunca, al menos en tan crecida escala con una obra de la forma y condiciones del dique proyectado, cuyo principal objetivo es conservar á la ola todo el tiempo posible su estado oscilatorio, y favorecer el predominio de su componente vertical.

Aceptando, por consecuencia, la hipótesis transcrita sin preocuparnos de la causa y forma del fenómeno en que se apoya, podemos emprender nuestro cálculo con toda la garantía apetecible en la bondad de sus resultados, pero antes y como nuevos datos para su desarrollo conviene recordar primero, que las alturas antes mencionadas se refieren á la total de cada ondulación; segundo, que el nivel ordinario del mar, divide á estas en dos fracciones desiguales, correspondiendo la de mayor cota á la superior (dos tercios próximamente de la total), tercero que al romper la ola, lo hace solamente en su parte más elevada, formando un paquete ó haz proyectante, cuyo máximo espesor puede graduarse entre el $\frac{1}{3}$ y el $\frac{1}{4}$ de su altura total y cuarto y último, que siendo de 30 toneladas por metro cuadrado de acción, la fuerza inicial de la ola en su nivel medio, si aquella rompe en una dirección que no sea rigurosamente horizontal, habrá que tener en cuenta la sucesiva modificación del esfuerzo por el efecto contrario ó favorable de la gravitación.

También conviene observar, y esto simplifica mucho nuestro estudio, que todas las acciones externas producidas por la marejada contra el dique relativamente á su efecto en las fábricas, pueden condensarse en los tres casos prácticos siguientes:

Primero. Choque de una ola ascendente y tangencial al arranque del paramento exterior del espaldón, que batiendo de abajo arriba todas sus caras superiores, producirá en el mismo, el efecto máximo de giro.

Segundo. Choque de una ola horizontal que bata simultáneamente el parapeto en la mayor parte de su altura, y que producirá en el mismo el máximo esfuerzo de deslizamiento; y

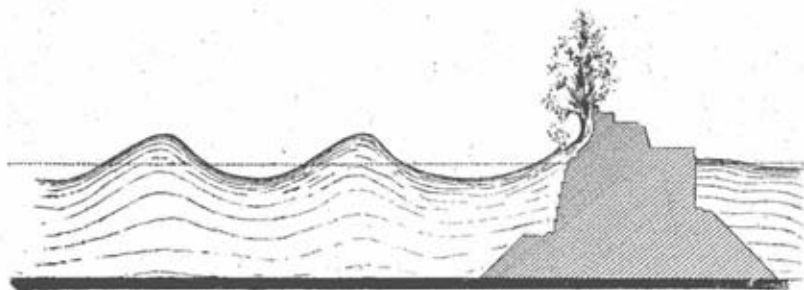
Tercero. Choque de una ola descendente en sentido normal á la cara mayor del paramento que habrá de producir en las fábricas el máximo efecto de compresión.

Claro es que resistiendo el dique satisfactoriamente á estos esfuerzos límites, lo hará con mayor razón en toda otra hipótesis intermedia.

PRIMER CASO

CHOQUE DE UNA OLA ASCENDENTE

Dicha hipótesis solo podrá verificarse en el supuesto de que la ola rompiese en su encuentro con el muro exterior de bloques siguiendo después la dirección marcada por la cara inferior del espaldón del molo y forma que se indican en en el adjunto croquis.



Escala de $\frac{1}{150}$

El máximo espesor útil del haz batiente resulta en este caso de tres metros, como puede comprobarse en los planos; pues aunque aquel fuera mayor, su único efecto sería lanzar parte de la ola por encima del parapeto, sin producir en él empuje alguno. Dicha cota, no obstante, es ya de notoria importancia pues corresponde, según la teoría á una ondulación de 9 metros.

Apelando por su gran sencillez á los procedimientos gráficos y después de fijar los valores medios de los empujes en cada superficie de choque, hemos procedido á la composición geométrica de los mismos determinando con facilidad su resultante en magnitud y posición. (Hoja 1.^a adjunta, figura 2.^a.) He aquí la marcha de los cálculos:

Valores medios de las fuerzas externas

$$F = (30.000 - 5.000) \times 0.68 = 17.000 \text{ kilogramos.}$$

$$F' = (30.000 - 7.000) \times 0.45 = 33.350 \quad \gg$$

$$F'' = (30.000 - 8.500) \times 0.85 = 18.275 \quad \gg$$

Descomposición y composición de fuerzas

Nota.—Para mayor sencillez, designaremos por las letras T y N las componentes tangencial y normal de cada empuje distinguiendo unas de otras por el número correlativo de tildes.

$$\begin{array}{l}
 F \left\{ \begin{array}{l} T = 16.000 \\ N = 5.800 \end{array} \right. \quad T \left\{ \begin{array}{l} F'_n = 48.500 \\ F' = \end{array} \right. \quad F'' \left\{ \begin{array}{l} T'' = 37.500 \\ N'' = 30.000 \end{array} \right. \\
 T' \left\{ \begin{array}{l} F''_n = 51.500 \\ F'' = \end{array} \right. \quad F''_n \left\{ \begin{array}{l} T''' = 44.000 \\ N''' = 27.000 \end{array} \right. \quad N' \left\{ \begin{array}{l} r_1 = 57.000 \\ N'' = \end{array} \right. \\
 r_1 \left\{ \begin{array}{l} r = 62.500; \text{ Peso del espaldón desde su base de asiento sobre} \\ N \end{array} \right. \quad \text{los bloques. } P = 230.671 \text{ Kgs.} \\
 \text{Resultante definitiva } \begin{array}{l} r \\ P \end{array} \quad R = 253.000 \text{ »}
 \end{array}$$

El simple exámen visual de esta resultante demuestra la imposibilidad del giro. Tampoco puede haber deslizamiento por cuanto la tangente del ángulo que aquella forma con la vertical es muy inferior á $0^{\circ}74$; y lo será mucho más en realidad observando que para resbalar el espaldón sobre la base antes citada, sería necesario romper los embotramientos *AB* y *CD* de su fábrica en la plataforma inferior; y como la componente horizontal de *R* es tan solo de 62.000 kilogramos, y la fuerza opuesta de cohesión en la doble junta de fractura valorada prácticamente al $\frac{1}{10}$ de su resistencia efectiva, asciende á 130.900 kilogramos, queda probado el gran exceso de su estabilidad Nada diremos por ahora relativamente á la compresión del material reservándolo para la tercera de nuestras hipótesis en que aquella alcanza su máximun, según indicamos y haremos constar con oportunidad.

El cálculo anterior se ha basado en el supuesto de que la junta de rotura del dique coincida con el plano de asiento del espaldón; pero examinando la sección de aquel compréndese la conveniencia de justificar la resistencia de las fábricas, bien al nivel inferior de la hilada de coronación de los muros, que en unión de la base del macizo asentado sobre la escollera interior, forma otra solución de continuidad al través del dique, excepción hecha del rediente prismático adosado á los bloques externos, bien á la altura media del espaldón, en la que, dentro del caso discutido, puede ofrecerse otra junta de resistencia mínima por la acumulación de todos los empujes en la parte superior de aquel.

He aquí la marcha de estas comprobaciones:

Peso de la fábrica á partir del nivel EF; $P' = 355576$ kilogramos.

$$\text{Resultante de } \left. \begin{array}{l} r \\ P' \end{array} \right\} R' = 356,000 \text{ Kgs.}$$

$$\text{Tangente de } R' \text{ con la vertical} = 0'18 \text{ t}$$

Siendo el valor de esta tangente muy inferior al límite adoptado, tampoco habrá deslizamiento, sin contar con que antes de resbalar la fábrica, debería romperse el prisma adicional de hormigón *grappier* por la citada junta EF. Haciendo intervenir esta fuerza negativa de cohesión cuyo valor es:

$$- F_c = 62.000 \text{ Kgs. tendríamos}$$

Resultante de $\left. \begin{array}{l} R' \\ -F_c \end{array} \right\} R'_1 = 355.600 \text{ Kgs.}$ y la tangente de su ángulo con la vertical, $t'_1 = 0'043$.

Junta de fractura por KL. (ALtura MEDIA DEL ESPALDÓN)

Peso de la fábrica superior á la junta citada $P'' = 119'578$ Kgs.

$$\text{Resultante de } \left. \begin{array}{l} r \\ P'' \end{array} \right\} R'' = 129.000 \text{ Kgs.}$$

$$\text{Tangente. . . . } t'' = 0'52$$

Fuerza negativa de cohesión en la junta *KL* valorada para la ma npostería hidráulica, al mes de su fabricación y á $\frac{1}{10}$ del coeficiente de rotura ($0'9 \text{ cm}^2$.)

$$T \quad F_c = 49500 \text{ Kgs.}$$

$$\text{Resultante de } \left. \begin{array}{l} R'' \\ F_c \end{array} \right\} R''_1 = 120.000 \text{ Kgs.}$$

$$\text{Tangente. . . . } t''_1 = 0'15.$$

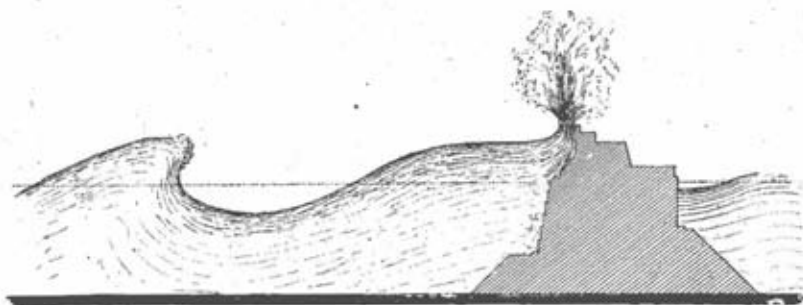
Por lo tanto, la resistencia al deslizamiento, puede darse también como perfecta; pero comparando los valores t'' y t''_1 , con sus análogos para las otras juntas de fractura, se ve patente su mayor importancia, y justificadas la necesidad de esta comprobación y la gran conveniencia de hacer monolítica en sus tres dimensiones la fábrica del espaldón contra ciertas recientes y no bien hilvanadas teorías.

SEGUNDO CASO

CHOQUE DE UNA OLA HORIZONTAL

Dicha hipótesis que rara vez podrá realizarse en la práctica, y que sería la más temible para el dique, por producirse con ella el máximo empuje de traslación supone la necesidad de que la ola rompa antes de llegar al muro exterior de bloques, bien por influjo del basamento de escollera, bien por su encuentro más ó menos brusco con otra ola de retroceso; bien por otra causa cualquiera de carácter, accidental y que además su altura y amplitud sean verdaderamente extraordinarias. A fin de exagerar en lo posible la intensidad de esta acción anormal, que según se ha dicho resulta ser la más desfavorable, supondremos de la superficie batida en el parapeto, comprende todas las caras de su paramento exterior, exceptuando el pretil lo que representa el enorme espesor de 8 metros para la masa líquida de percusión, y una cota de 15 metros á 20 metros para la oscilatoria.

El croquis adjunto dá una idea bastante clara de las condiciones



Escala de $\frac{1}{7500}$

transcritas, que puede completarse además con el examen de la Hoja 2.^a adjunta, figura 3.^a, en la que hemos representado la construcción gráfica de los empujes. He aquí la marcha del procedimiento:

Valores medios de los empujes

$$\begin{aligned} F &= (30.000 - 1.500) \times 1 = 28.500 \text{ Kgs.} \\ F' &= (30.000 - 3.000) \times 2 = 54.000 \text{ »} \\ F'' &= (30.000 - 5.000) \times 2 = 50.000 \text{ »} \\ F''' &= (30.000 - 7.000) \times 2 = 46.000 \text{ »} \end{aligned}$$

Determinación de las resultantes

$$\begin{array}{l}
 F' \left\{ \begin{array}{l} T' = 0 \\ N = 28\,500 \text{ kgs.;} \end{array} \right. \quad F'' \left\{ \begin{array}{l} T = 38\,500 \text{ kgs.;} \\ N' = 38\,000 \text{ " } \end{array} \right. \quad T'' \left\{ \begin{array}{l} F_{x''} = 81\,000 \text{ kgs} \\ T'' = 53\,000 \end{array} \right. \\
 F_{x'} \left\{ \begin{array}{l} T'' = 58\,000; \\ N'' = 56\,000; \end{array} \right. \quad F'''' \left\{ \begin{array}{l} T'''' = 88\,000; \\ F_{x''''} = 71\,000 \end{array} \right. \\
 T'''' \left\{ \begin{array}{l} T'''' = 50\,000; \\ N'''' = 18\,500; \end{array} \right. \quad N'''' \left\{ \begin{array}{l} r_3 = 90\,000; \\ N'''' = 144\,000; \end{array} \right. \\
 r_3 \left\{ \begin{array}{l} r_1 = 175\,000; \\ N \left\{ \begin{array}{l} r = 195\,000; \\ P \left\{ \begin{array}{l} R = 350\,000 \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right.
 \end{array}$$

La tangente del ángulo formado por R con la vertical, resulta ser
 $t = 0'65$

que si bien aparece algo menor que la tangente límite (0'74), (lo que demuestra que no puede haber deslizamiento), difiere poco de ella, dando lugar á un coeficiente de estabilidad (*) no muy satisfactorio.

De aquí la conveniencia de retallar la base del espaldón haciendo intervenir en su resistencia la cohesión de los macizos empotrados AB y CD, cuyo valor, antes deducido, resulta igual á

$$130\,900 \text{ kilogramos.} = F_c;$$

La resultante definitiva será entonces

$$\left. \begin{array}{l} R \\ F_c \end{array} \right\} R_1 = 271\,000 \text{ kilogramos.}$$

y la tangente del ángulo de deslizamiento

$$t, = 0'22$$

que dá lugar á un buen coeficiente de estabilidad.

Si aplicamos el mismo supuesto á toda la fábrica del dique superpuesto á la junta horizontal EF el valor de la nueva resultante será igual á

$$\left. \begin{array}{l} r \\ p' \end{array} \right\} R' = 443\,000 \text{ kgs.}$$

y haciendo intervenir la cohesión del material en la citada junta, igual como sabemos á 61.200 kilogramos.

$$\left. \begin{array}{l} R' \\ F'_c \end{array} \right\} R'_1 = 408\,000 \text{ kgs.}$$

Las tangentes de los ángulos formados por una y otra con la vertical serían

(*) El valor de este coeficiente resultaría de 1.138, ó sea poco mayor que la mitad.

$$t' = 0'48$$

$$t'_1 = 0'34$$

ambas completamente satisfactorias.

La superioridad de t'_1 sobre t' , demuestra, sin embargo, que la resistencia de la fábrica al deslizamiento, no es tan considerable en la junta ó plano horizontal EF como en la base del espaldón propiamente dicha.

Finalmente, para comprobar dentro de la hipótesis que examinamos la perfecta estabilidad de todas las partes del dique, réstanos estudiar el efecto de aquella sobre el trozo superior del espaldón limitado por el plano horizontal KL y que es el mayor á que este puede verse sometido; para lo cual hay que introducir en la misma una variación necesaria consistente en la supresión de las fuerzas E y F' ; ó lo que es igual, en suponer que la ola actúa solamente sobre la tercera y cuarta cara del paramento exterior; pues de dejar subsistentes los empujes citados, habrían de entrar en juego las resistencias y pesos del cuerpo inferior del espaldón, caso examinado con anterioridad.

El cálculo gráfico de la resultante, (Hoja 2.^a adjunta, figura 4.^a), nos dá para esta un valor de 171.000 kilogramos de poca importancia, relativamente á su efecto de compresión sobre las fábricas; pero, en cambio, la inclinación de dicha fuerza con la vertical, rebasaría ligeramente del ángulo límite adoptado para el deslizamiento, como lo prueba el valor de su tangente, que comprobado de un modo analítico, resulta igual á 0.744.

Esto demuestra que si la junta hipotética KL fuera real y efectiva, el trozo superior de espaldón, podría resbalar sobre ella por el efecto del mencionado empuje. De aquí la conveniencia de seguir siempre las indicaciones del cálculo y la necesidad de hacer monolítica la fábrica de estos parapetos, para dotarles, sin exagerar sus dimensiones, de la debida resistencia. Haciendo intervenir solamente la cohesión del macizo intermedio, aún dentro del pequeño límite adoptado el valor de la susodicha tangente se reduce á 0'384 cuya cifra es ya perfectamente aceptable. Debe haber, pues, confianza completa en la seguridad de la obra, con tanta más razón cuanto el esfuerzo supuesto es verdaderamente excepcional, y no podrá actuar nunca sino en una zona longitudinal muy limitada del paramento externo.

TERCER CASO

CHOQUE DE UNA ONA DESCENDENTE

Para que se realice esta hipótesis en las condiciones ya especificadas, son necesarias un número de circunstancias fortuitas, aún más considerable que para el anterior; pues no solo habrá de romper la ola á mayor distancia del dique por la brusca interposición de un obstáculo, sino que después de elevarse á crecida altura, á de venir á chocar de arriba á bajo, y en sentido rigurosamente normal la cara de mayor amplitud del espaldón, conforme se indica en la figura adjunta.

El espesor del roción se supone en el cálculo de 7^m 70 correspondiente así mismo á una ondulación libre de 15 á 20 metros de altura. (Veáse la hoja 1.^a adjunta, figura 1.^a)



Escala de $\frac{1}{4500}$

Marcha del cálculo

VALORES MEDIOS DE LAS FUERZAS

$$F' = (30.000 - 2.000) \times 5.65 = 158.200 \text{ kgs.}$$

$$F = (30.000 - 5.000) \times 2.10 = 52.500 \text{ ''}$$

Determinación de las resultantes

$$F \left\{ \begin{array}{l} T = 17.000 \\ N = 50.000 \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} T \\ F' \end{array} \right\} F'_* = 164.000 \text{ K.};$$

$$F' \left\{ \begin{array}{l} T' = 17.000 \\ N' = 163.500 \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} N \\ N' \end{array} \right\} r = 212.000$$

$$R \left\{ \begin{array}{l} r \\ p \end{array} \right\} R = 420.000 \text{ kgs.}$$

El valor de esta resultante es el más crecido de los que pueden actuar sobre la fábrica del dique, relativamente á los efectos de compresión.

La componente vertical es de R 387.671 Kilogs., y como el peso del espaldón asciende tan solo á 250.671 la diferencia entre ambas cifras ó sean 137.000 kilogramos, representa el exceso de carga á repartir sobre su base, por efecto de este empuje anormal. Ya hemos visto sin embargo al tratar del equilibrio estático del dique, que dicha sobrecarga representa en la base del primer bloque exterior, que es la más expuesta, una presión total por cm^2 . de 3.^{ra} 19, ó sea una cuarta parte del límite práctico adoptado.

Por último siendo $0^{\circ}41$ la tangente del ángulo formado por R con la vertical, queda así mismo evidente en esta nueva hipótesis la perfecta resistencia del dique contra los efectos del deslizamiento.

FIGURA 1^a

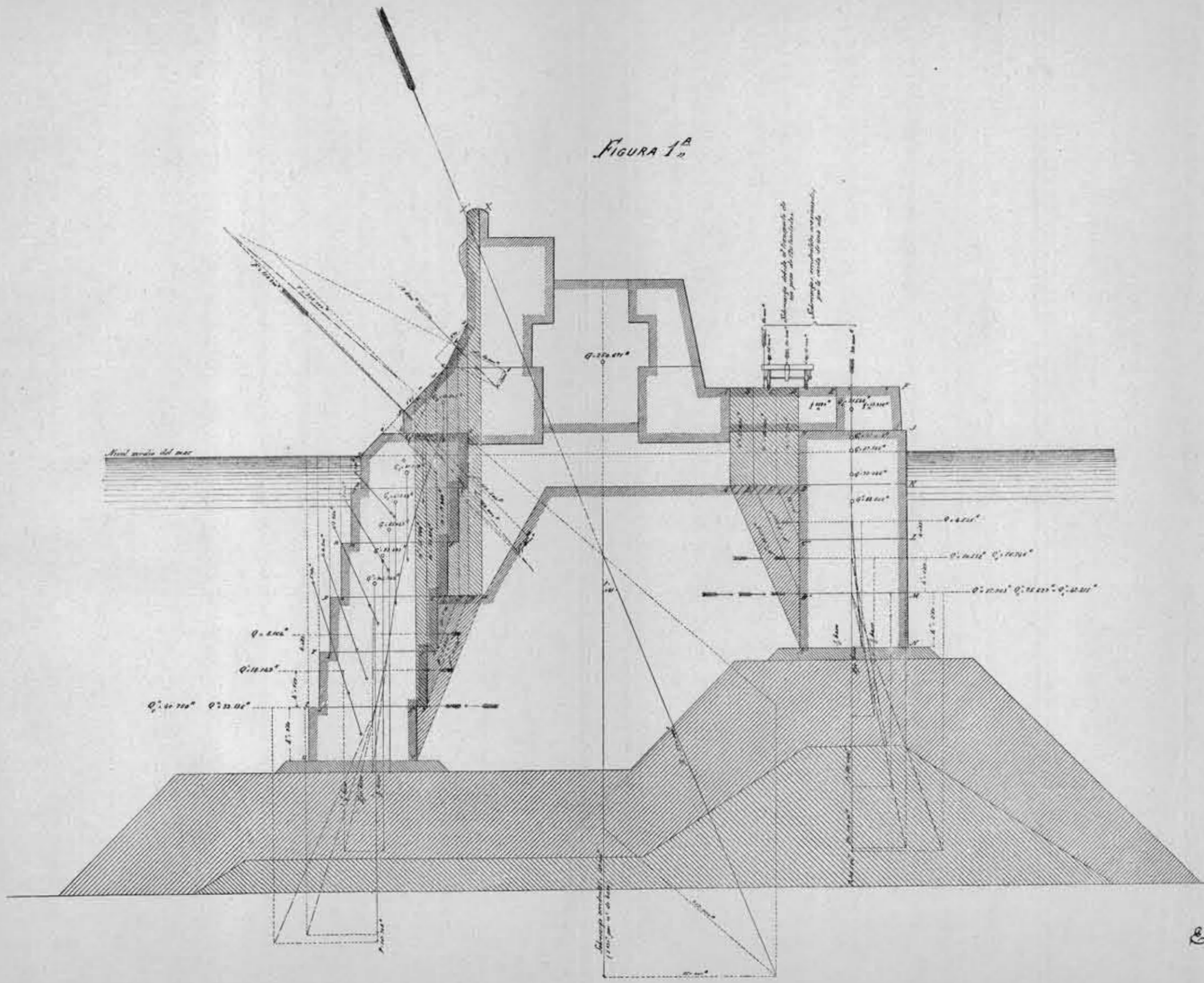
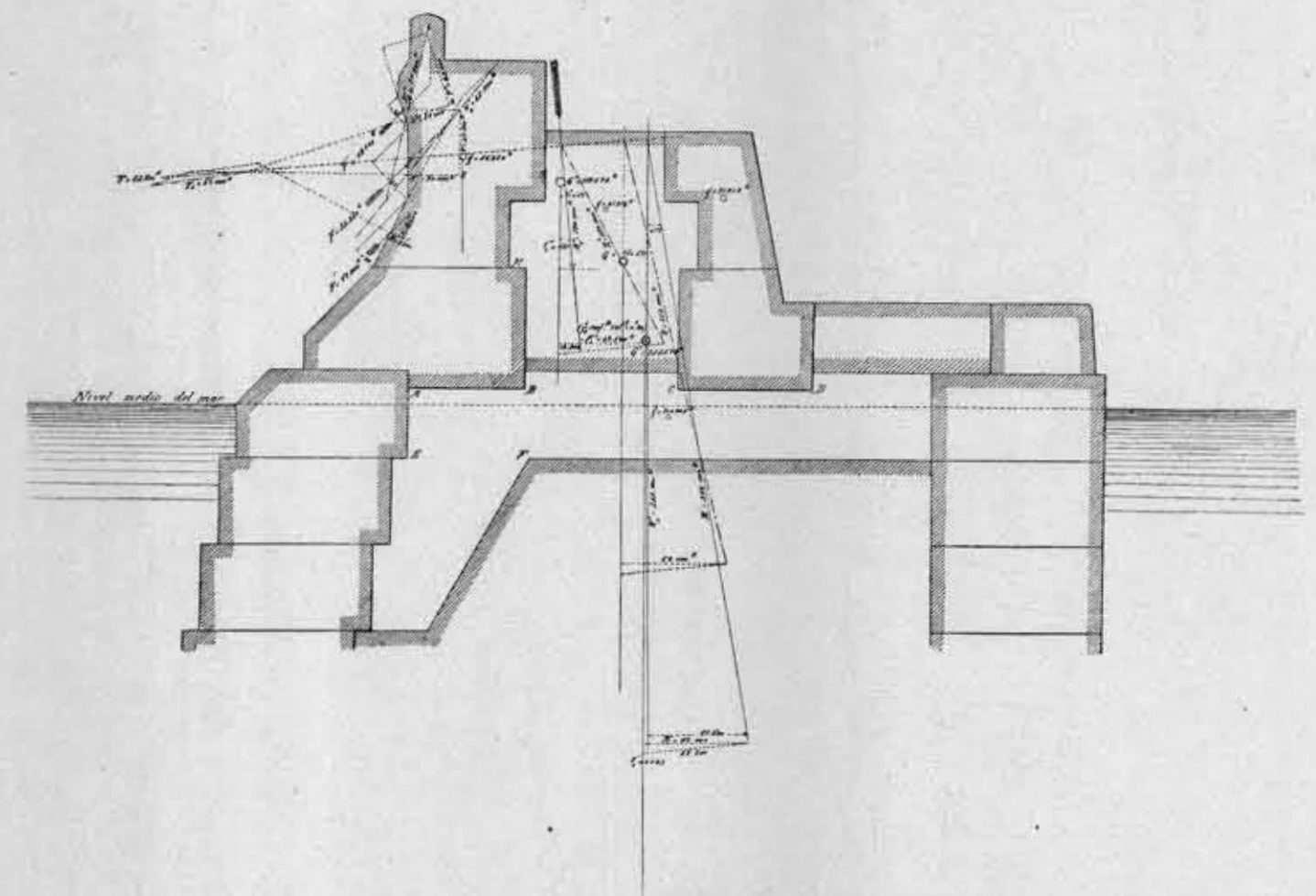


FIGURA 2^a



Escala de distancias $\frac{1}{200}$
Escala de fuerzas $\frac{1}{2}$ por 2000 kg.

FIGURA 3.^a

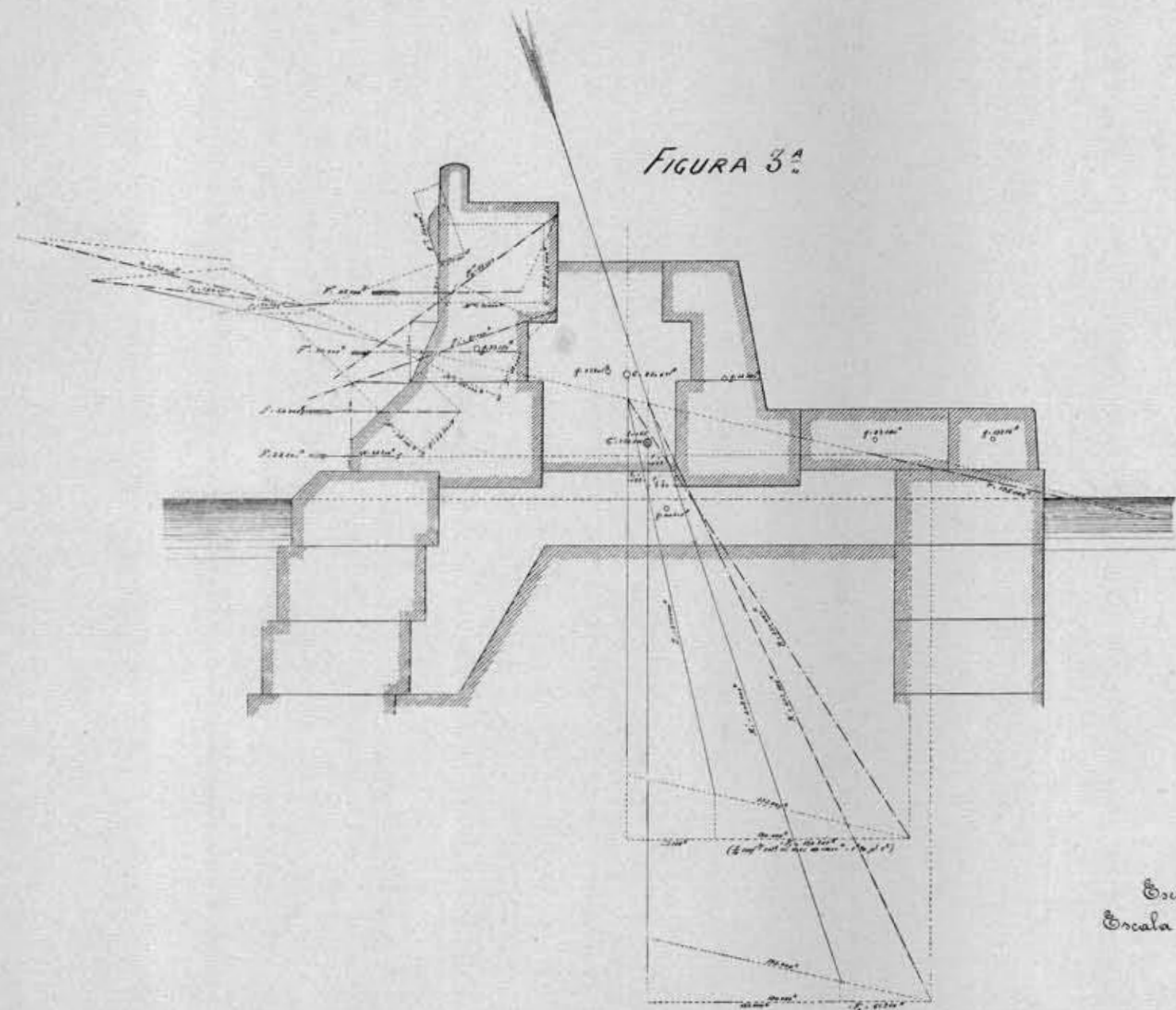
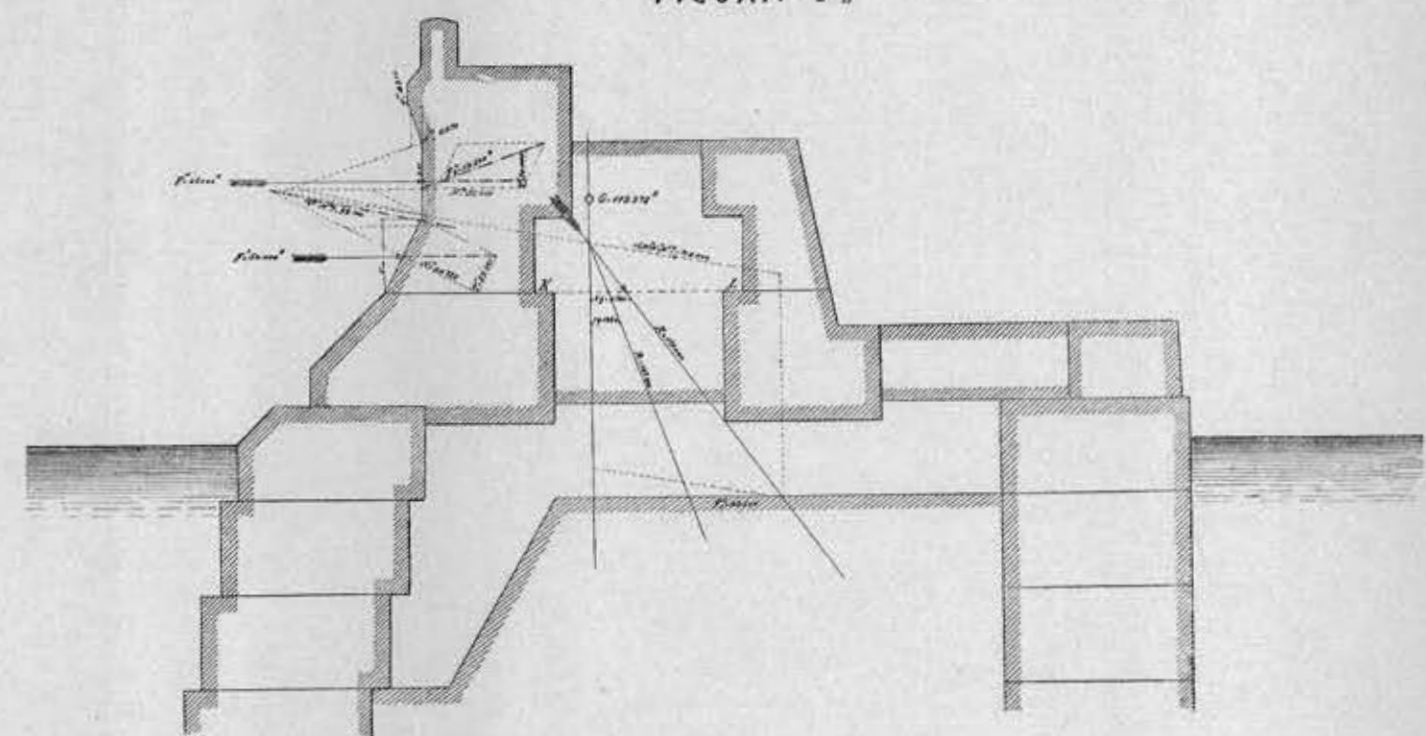


FIGURA 4.^a



Escala de distancias $\frac{1}{100}$
Escala de fuerzas $\frac{1}{2}$ por 2000 kg.

Por modo análogo á lo que se ha venido haciendo en las anteriores Memorias, dará cuenta la Junta de los más importantes hechos relacionados con su gestión durante el año de 1902 comenzando por insertar el siguiente estado demostrativo del movimiento económico de la misma en el propio año.

Ingresos

	Pesetas	Cts.
Producto del impuesto con destino á las obras del puerto, durante el expresado año, deducido el 1'50 por % con destino á la Caja de Auxilios y Previsión de los empleados y obreros de la Junta, desde el 1.º de Octubre á 31 de Diciembre último, en conformidad á lo dispuesto por Real orden de de 10 Septiembre del propio año.	1.836.222	45
Producto procedente de alquileres de locales y almacenes.	10.803	97
Producto procedente de alquileres de kioscos.	5.554	
Id. » » » del material flotante.	1.423	10
Id. » » material facilitado á particulares.	1.926	15
Producto procedente de material facilitado á contratistas.	1.857	38
Producto procedente de multas y pagos por infracciones del Reglamento de policía.	183	81
Producto procedente del servicio de grúas hidráulicas.	58.083	50
Id. » » » » » de mano.	13.607	75
Id. » » » » puentes-básculas.	7.726	20
Id. » » » » cábricas flotantes.	8.886	95
Id. » » » » excusados públicos.	468	85
Producto procedente del servicio de aguada á buques y á particulares.	20.272	79
Producto procedente del servicio de la grúa de vapor del muelle Nuevo.	1.908	
Producto procedente del servicio de atracaderos.	200	
Id. » » » » transporte de mercancías por las vías del puerto.	15.268	51
Producto procedente de la participación de la Junta en		
<i>Suma y sigue.</i>	1.984.393	37

<i>Suma anterior.</i>	1.984.393'37
la inspección de obras por contrata.	1.800
Producto por reintegro á la Caja de la Junta por haberse cargado de más en Enero de este año al servicio de vigilancia.	155
Producto procedente de permisos concedidos á vendedores ambulantes de bebidas en los muelles.	247
Producto procedente de jornales devengados y no satisfechos por no haberse presentado los interesados oportunamente al cobro.	22'24
TOTAL.	<u>1.986.617'61</u>

Gastos

	Pesetas	Cts.
Pagado por haberes del personal de la Dirección facultativa.	97.588	51
Pagado por material de las oficinas de la misma.	5.242	11
» » haberes del personal afecto al dique flotante.	3.333	30
» » jornales y materiales empleados en las obras por Administración.	1.320.943	95
Pagado por jornales y materiales empleados en las obras de conservación	338.847	95
Pagado por adquisición de aparatos de amarre para el interior del puerto.	27.325	24
Pagado al contratista para la construcción de muelles interiores.	560.055	56
Pagado al contratista para la prolongación del dique del Este.	128.306	23
Pagado por la adquisición de ascensores para el servicio del Depósito Comercial.	156.159	92
Pagado por la adquisición de 14 tornos para el servicio del Depósito Comercial.	64.400	
Pagado por el suministro é instalación de alumbrado eléctrico en el Depósito Comercial.	167.378	76
Pagado por la adquisición de 32 básculas para el Depósito Comercial.	3.900	
Pagado por la adquisición de avisadores de incendios para el Depósito Comercial.	22.257	71
<i>Suma y sigue.</i>	<u>2.895.739</u>	<u>24</u>

Suma anterior.	3.246.285'24
Pagado por la adquisición del dique flotante y dependiente.	135.845'
Pagado por la adquisición de aparatos accesorios de fuerza motriz para el Depósito Comercial.	10.619'10
Pagado por la adquisición de 100 vehículos para el Depósito Comercial.	11.432'50
Pagado para la construcción de una lancha de vapor para las obras	10.000
Pagado por haberes del personal de la Secretaria.	27.167'31
» » » » Administrador y del Oficial afectos á la Administración de la Junta.	7.800
Pagado por haberes del personal de la intervención de la Junta en la Aduana.	5.224'92
Pagado por gastos generales y material de oficinas.	29.928'02
» » el impuesto de utilidades sobre los sueldos de los empleados de la Secretaría, Dirección facultativa y Administración.	6.265'50
Pagado por el seguro de los operarios de las obras por accidentes en el trabajo.	4.532'60
Pagado por los intereses de las 400 obligaciones que la Junta tiene emitidas.	9.000
Pagado por el impuesto de utilidades sobre los cupones de dichas obligaciones.	267'32
Pagado por el servicio de vigilancia en los muelles por la fuerza de los Mozos de la Escuadra.	40.000
Pagado por el agua suministrada por la Compañía general de aguas para las obras y servicios del puerto.	12.289'20
Pagado por anticipo hecho á la Dirección de los Almacenes generales de Comercio conforme con lo previsto en el Reglamento de la misma aprobado por la Superioridad.	40.000
Pagado por devolución de lo pagado de más por el uso de una grúa hidráulica de la Junta.	175
TOTAL.	<u>3.246.285'71</u>
Ingresos.	1.986.617'64
Gastos.	<u>3.246.285'71</u>
Más gastos.	1.259.668'10

Elección de vicepresidente

En la elección anual reglamentaria que tuvo lugar en sesión celebrada en 30 de Junio de 1902, fue reelegido vicepresidente por unanimidad el Excmo. Sr. D. Rómulo Bosch y Alsina.

Retrato de S. M. el Rey

Con motivo de la mayor edad de S. M. el Rey D. Alfonso XIII, se acordó colocar su retrato en el histórico salón que en la Lonja del Mar ocupa esta Junta, confiándose la obra al reputado pintor señor Sans Castaño.

El retrato del Monarca es de tamaño algo mayor que el natural, vistiendo el uniforme de almirante de nuestra Armada y ostentando el Toisón y Collar de Carlos III.

Almacenes generales de Comercio

Abierto al servicio público en 1.º de Julio, previa autorización del Ministerio de Hacienda, y como consecuencia del cambio de servicios en los muelles que motivó la inauguración en la misma fecha de la Nueva Aduana de esta capital, solo ha podido disponerse de la planta baja para el depósito de mercancías, por no estar terminadas las instalaciones eléctricas que, para facilitar la ascensión y movimiento de las mismas, se está montando en dichos almacenes.

Esta circunstancia, unida á que todo nuevo servicio es poco conocido del público en sus comienzos y á que el número de mercancías admisibles, según el R. D. de 6 de Agosto de 1901, era escasisimo, ha sido causa de que la entrada, permanencia y salida de géneros, no tuviera la importancia que indudablemente alcanzará cuando los Almacenes cuenten con los medios mecánicos contratados, y acceda, como es de esperar, el Excmo. Sr. Ministro de Hacienda á la petición formulada por esta Junta para que se amplien los artículos con derecho á ser depositados en los mismos.

A pesar de lucharse con estas desventajas y de no poder atracar á los muelles de los Almacenes los buques portadores de mercancías, por falta de fondo en esa parte de la dársena, necesidad á la que se proveerá

con urgencia, el movimiento de las mismas en los *Almacenes generales de Comercio* de esta Junta, durante el último semestre del año de 1902, primer periodo de su explotación, fué el siguiente:

Algodón Levante	150	unidades	29450	kilogramos
Idem Norte América	1190	»	265442	»
Cueros (en balas)	261	»	106425	»
Idem á granel	76	»	86038	»
Pieles	43	»	4927	»
Aceitunas	4	»	1754	»
Aceite de olivas	2	»	429	»
Cacahuets	25	»	2500	»
Frutas secas	18	»	1705	»
Garbanzos	68	»	7656	»
Habichuelas	2461	»	246100	»
Vino	6	»	2792	»
Almendras	50	»	5050	»

Las mercancías aseguradas durante el indicado semestre lo fueron por un valor total de pesetas 1.032.823'00.

Estación de S. Beltrán

Asunto de la mayor importancia y de vitalísimo interés para el porvenir del puerto, fué sin duda alguna el relativo al proyecto de la Compañía de ferrocarriles de Madrid á Zaragoza y Alicante para la ampliación de la estación número 3 de S. Beltrán.

Comprendiéndolo así la Junta, procuró en sus informes de 12 de Abril y 1.º de Octubre de 1902, defender con todo empeño los intereses del puerto tan seriamente amenazados con el referido proyecto, haciendo empeñada y enérgica oposición al mismo, no sin proponer en el último de los citados informes una solución de concordia, encaminada á armonizar todos los intereses, y basada en dejar libres para el puerto los espacios de terrenos del muelle de S. Beltrán, tan necesarios para el mejor servicio y desarrollo del tráfico comercial del mismo puerto en aquella importante zona, y en trasladar la referida estación al pie de Montjuich, salvas las recíprocas indemnizaciones que procedieran.

Aceptado en principio este pensamiento por la R. O. de 22 de Diciembre de 1902, fueron con ella dictadas, entre otras, las siguientes disposiciones: 3.º En el término de un año presentará la Compañía el proyecto de estación definitiva en el emplazamiento indicado por la Junta de Obras del Puerto, ó sea el comprendido entre el origen del di-

que del Oeste, la carretera de Casa Antúnéz, el Morrot y el mar; 4.º Cuando dicho proyecto sea aprobado presentará la Junta del Puerto el necesario para ganar al mar los terrenos para la estación, si estudiado á fondo el problema, resulta ser esta la solución más conveniente para el ensanche del puerto. 5.º La Compañía citada no podrá negarse al traslado de su estación al nuevo emplazamiento, previo arreglo de las mutuas indemnizaciones que procedan.»

Partiendo de estas disposiciones y al objeto de darlas cumplimiento, iniciáronse desde luego entre la Junta y la Compañía de ferrocarriles, las oportuna negociaciones y los correspondientes estudios para llegar dentro de las aludidas bases á un definitivo acuerdo y someterlo á la aprobación de la Superioridad y encontrándose en este estado el asunto al finalizar el año que comprende esta Memoria, quedó al poco tiempo ultimado dicho acuerdo, con arreglo al convenio que mereció la sanción de la Superioridad por R. O. de 20 de Febrero del corriente año, que al final y como apéndice se inserta; lo propio que la de 22 de Diciembre de 1902 más arriba citada.

Servicio de transportes por las vías del Puerto

Denunciado en 5 de Mayo de 1902 por la Compañía de ferrocarriles de Madrid á Zaragoza y Alicante el convenio que sobre el particular venía rigiendo desde 25 de Julio de 1900 en que comenzó á prestarse el indicado servicio, cesó este en 25 de Julio de 1902, á causa de la referida denuncia que motivó la rescisión del convenio desde esta fecha, habiendo resultado estériles é infructuosas ante la actitud de la Compañía ferroviaria las múltiples y activas gestiones por la Junta practicadas, tanto por impulso propio, como secundando las excitaciones del Comercio de esta capital para evitar, en beneficio del mismo Comercio, la interrupción del servicio antes de que cesara, y para restablecerlo después de su cesación, ora fuese con las mismas condiciones del anterior convenio, ora bajo las nuevas que entre ambas partes se estipularan, á cuyo fin invitó la Junta á dicha Compañía á que las propusiera, negándose esta última á efectuarlo, por subordinar este asunto al de la proyectada ampliación de la estación de San Beltrán.

Habiendo quedado éste resuelto en la forma que se deja anteriormente dicho, hállanse en la actualidad pendientes las negociaciones entabladas para restablecer el servicio á que este párrafo se refiere.

Varadero de Bofill y Martorell

En el expediente á que se ha aludido anteriormente, relativo á la autorización solicitada por la sociedad «Navegación é Industria» para la construcción de unos talleres en los terrenos del varadero de Bofill y Martorell, recayeron con fecha 25 de Enero de 1902 las dos Reales Ordenes que en el apéndice final se insertan, comunicadas á la Junta del Puerto en 8 del siguiente mes de Febrero, denegándose por la primera la indicada autorización, de acuerdo con los informes emitidos por la Junta, Jefatura de Obras Públicas, Gobierno civil de la provincia y Dirección de lo Contencioso del Estado, todos ellos desfavorables á la autorización solicitada; y declarándose por la segunda que la cesión, venta ó transferencia realizada á la sociedad «Navegación é Industria» del varadero concedido á los Sres. Bofill y Martorell en el año 1861, por virtud de R. O. expedida por el Ministerio de Fomento, tiene un vicio de nulidad, legalmente considerada, por no haber sido autorizada dicha transferencia por el Ministerio de Obras públicas.

De esta última R. O. no le consta á la Junta que haya interpuesto ningún recurso la sociedad «Navegación é Industria», lo cual significa que quedó firme y ganó ejecutoria.

Unicamente de la primera recurrió dicha sociedad en la vía Contencioso-administrativa, con demanda interpuesta ante el Tribunal correspondiente, dando origen al pleito que se halla actualmente en curso y en el cual forma parte la Junta del Puerto, como coadyuvante de la Administración, en virtud de la autorización que al efecto le fué otorgada por la Superioridad.

Terrenos ocupados por la sociedad «Navegación é Industria»

Manifestábase en la anterior Memoria que después de avisado por la Junta del Puerto á la sociedad «Navegación é Industria» el desocupo de los aludidos terrenos para dentro de tres meses, á partir desde el día 25 de Noviembre de 1901, la Dirección general de Obras públicas, por orden de 21 de Diciembre de mismo año, con motivo de una instancia de aquella sociedad, y sin previa audiencia de la Junta dispuso que el indicado plazo comenzara á contarse desde la fecha en que la Administración resolviera el expediente que tiene promovido la referida socie-

dad, para el establecimiento de nuevos talleres en los terrenos del varadero de Bofill.

Añádase que contra esta resolución acudió inmediatamente la Junta, y que en esta situación se encontraban las cosas al finalizar el año 1901.

En vista de la indicada reclamación de la Junta, la Dirección general de Obras públicas, con fecha 11 de Enero de 1902, le participó que por R. O. del día anterior, comunicada al Ministerio de Hacienda, se había recomendado la urgencia del informe pendiente en la Dirección general de lo Contencioso del Estado, sobre el expediente relativo á la autorización solicitada por la sociedad «Navegación é Industria» para la construcción de nuevos talleres en terrenos del varadero de Bofill.

En 25 del citado mes de Enero fué dictada la R. O. por la que, resuelto ya dicho expediente, se dispuso que en el término de tres meses, á partir de aquella fecha, debía proceder dicha sociedad á desalojar los terrenos y locales de referencia. De dicho término obtuvo la «Navegación é Industria» una nueva prórroga de tres meses que le fué concedida por orden de la Dirección general de Obras públicas de fecha 24 de Abril de 1902.

Siguió empero la repetida sociedad ocupando los terrenos y locales de que se trata, llegándose al término de la última prórroga concedida, que espiró en 25 de Julio de 1902, sin haber dado siquiera señales del desocupo que le estaba ordenado.

De ello dió cuenta la Junta á la Superioridad para la resolución correspondiente que dejó de dictarse con motivo de una nueva instancia que antes del vencimiento de dicha prórroga fué elevada por la «Navegación é Industria» al Ministerio de Obras públicas en súplica de que, dejándose en suspenso la orden de 24 de Abril de que se ha hecho mérito, y previos los informes del Ayuntamiento de esta ciudad, Cámara Oficial de Comercio y Navegación, Fomento del Trabajo Nacional y demás centros importantes de esta capital, le fueron á su tiempo concedida una prórroga prudencial para la construcción de nuevos talleres para su fábrica y habiendo accedido la Superioridad á la tramitación solicitada en dicha nueva instancia, hallábase semejante tramitación en curso, al terminar el año de 1902, en cuya época la recibió la Junta para su informe, que lo evacuó, desde luego, en sentido resueltamente contrario, apoyándose en los antecedentes del asunto, de los cuales vino á deducir que la aludida instancia no tenía otro carácter que el de un recurso dilatorio empleado por la sociedad reclamante para aplazar por tiempo indefinido y con injustificadas demoras el desocupo que ya debía haber verificado.

Paseo Nacional de la Barceloneta

Al ser formulados los proyectos referentes á la distribución de los terrenos de la zona marítima, frente al Depósito Comercial, y del muelle de la Barceloneta, fué por la Junta remitida copia de dichos proyectos al Excmo. Ayuntamiento de esta ciudad, á fin de que pudiese exponer lo conveniente al interés del Municipio, por su relación con las vías de la ciudad.

En su consecuencia, y como resultado de los acuerdos mediados entre el Ayuntamiento y esta Junta, con motivo de los indicados proyectos, el señor Ingeniero Jefe de la provincia, en uso de las facultades que le atribuyó la R. O. de 23 de Febrero de 1901, aprobatoria del proyecto de distribución del muelle de la Barceloneta, tuvo á bien adoptar con fecha 17 de Abril de 1902 las siguientes resoluciones:

1.^a Que se cercene del actual Paseo Nacional la amplitud de tres metros de los diez que al presente posee, con destino á los terrenos que ha de ocupar la Junta de Obras del Puerto, para la realización del proyecto de distribución del muelle de la Barceloneta, aprobado en 23 de Febrero de 1901, dejando una acera de 8 metros, por lo menos, desde la arista exterior del bordillo que limita la zona de tres metros ocupada por la Junta hasta la nueva alineación que apruebe el Municipio para los edificios que en lo sucesivo se ejecuten ó reformen, lindantes con el Paseo Nacional, desde el extremo Sur de este hasta la proyectada calle de Balboa.

2.^a Que el Ayuntamiento de esta capital presentará con toda la posible brevedad, los planos que señalen la alineación aprobada por el Municipio en el trayecto antes expresado, con arreglo á los preceptos de la anterior conclusión, para su aprobación definitiva por el Ministerio de Agricultura y Obras públicas.

Tan luego se haya cumplido esta formalidad, el Ayuntamiento procederá á la ejecución de la acera y adoquinado de la zona de tres metros que se cercenan del Paseo Nacional, que el mismo viene obligado á construir, poniéndose previamente de acuerdo con la Junta de Obras del Puerto, para fijar la disposición y detalles de dichas obras.

3.^a El Ayuntamiento, en expediente aparte, propondrá las modificaciones que considere indispensable introducir en la línea de zona marítima, hoy vigente, tanto por lo que se refiere á lo acordado entre el Municipio y la Junta de Obras del Puerto, referente al trayecto del Paseo Nacional, como la relativa al enlace de esta con la que limita el Paseo de Colón, al objeto de evitar las irregularidades que actualmente

presenta, y guarde armonía con el público ornato y múltiples intereses que hay que atender para dejarla en las debidas condiciones dada la importante situación que ocupan los terrenos comprendidos actualmente dentro de la zona marítima, así como los adyacentes á la misma. Dicha propuesta la presentará al señor Gobernador para que previo informe de la Junta de Obras del Puerto y Jefatura de Obras públicas, la remita informada al Ministerio de Agricultura y Obras públicas, á fin de que recaiga sobre la misma la aprobación definitiva.

En virtud de una proposición presentada á la Junta por el señor vocal don Juan Costa, al objeto de que continúe subsistiendo el Paseo Nacional de la Barceloneta con la misma amplitud que tiene en la actualidad, conforme á la aspiración general de las entidades más prestigiosas de aquel importante barrio, y teniendo la Junta en cuenta semejante aspiración, y considerando por otra parte que para el sucesivo desarrollo de las obras del puerto no se hace necesaria la ocupación de la parte del referido Paseo que debía cercenarse para el tránsito de carros, quedando así mayor espacio para el tránsito pedestre, que tiene allí gran importancia, sobre todo en verano, durante la temporada de baños, acordó en sesión de 22 de Septiembre de 1902, no tener inconveniente por su parte, en que continúe el mencionado Paseo en su actual amplitud sin reducirlo para el tránsito de carros, pudiendo modificarse en este sentido lo aprobado por la Jefatura de Obras públicas.

Así lo comunicó la Junta, tanto al Excmo. Ayuntamiento como al señor Ingeniero Jefe de la provincia, para los oportunos efectos.

Cambio de servicio en los muelles

Como resultado de las gestiones por la Junta practicadas acerca de este asunto conforme á lo que se indicaba en la Memoria del año anterior, al objeto de dar cumplimiento á la R. O. procedente del Ministerio de Hacienda, de fecha 22 de Junio de 1901, fueron aprobados por el Excmo. Sr. Gobernador civil de la provincia, los acuerdos adoptados sobre cambio de servicio de los muelles por la Junta de entidades que menciona el artículo 22 de la ley de Puertos, celebrada bajo la presidencia de dicho Sr. Gobernador, en 15 de Abril de 1902, cuyos acuerdos fueron publicados en el *Boletín Oficial* de la provincia de fecha 27 de Mayo del mismo año en la siguiente forma, á saber:

1.º Que á partir del día 1.º de Junio, no se autorice descarga de carbón en el muelle de San Beltrán en el espacio de 200 metros desde el ángulo que forma aquel muelle con el de Barcelona.

2.º Que continúen provisionalmente en el muelle nuevo los tinglados de las Compañías Trasatlántica y de Pinillos hasta que se puedan trasladar á mejor sitio, trasladando desde luego el de Catasús al muelle del Oeste.

3.º Que las descargas de cereales, bacalao, etc., se hagan en el muelle de la Muralla, utilizando, por ahora, los tinglados 4, 5 y 6 del mismo.

4.º El traslado de los clubs de regatas se realice en todo el mes de Junio.

5.º Que el día 1.º de Julio esté terminado el barracón para la inspección en el muelle de Barcelona y empiecen en dicho muelle las descargas que hoy se hacen en el del Rebaix y se abran al servicio público los Almacenes generales.

6.º Aprobar las demás medidas acordadas.

Por R. O. del Ministerio de Hacienda, de 5 de Julio de 1902, fueron aprobados con carácter provisional los mencionados acuerdos, puestos en vigor desde la fecha de su publicación

Reglamento de policía de muelles

Para acomodarle á las actuales necesidades del puerto y á lo prevenido en distintas órdenes de la Superioridad declarando que el servicio de atraques de buques en los muelles debe correr á cargo de esta Junta, formuló esta un proyecto de nuevo Reglamento para el servicio, policía, administración, conservación y vigilancia de muelles, almacenes, tinglados y demás perteneciente en la zona marítima que mereció la aprobación de la Superioridad por R. O. de 22 de Febrero de 1902.

Al tratarse de implantar dicho Reglamento tropezó la Junta con la oposición del Ministerio de Marina, por considerar dicho Ministerio invadidas sus atribuciones en lo relativo al servicio de atraques, no obstante lo dispuesto en las órdenes de la Superioridad á que antes se ha aludido.

En vista de semejante oposición, suspendió la Junta poner en práctica dicho Reglamento, habiendo dado inmediata cuenta de ello al Ministerio de Obras públicas, con oficio de Julio de 1902, interesando un acuerdo con el de Marina que deje solucionada toda dificultad. En el interin, y á fin de aprovechar en lo posible las ventajas del nuevo Reglamento, ha propuesto últimamente la Junta que se autorice su aplicación en todo cuanto no se refiera al servicio de atraques, dejando en

esta parte en suspenso para continuar este servicio tal como se viene prestando en la actualidad por el de Marina hasta quedar definitivamente resuelto el desacuerdo pendiente entre ambos Ministerios. Tal es el estado de este asunto, en espera de la resolución que en la misma recaiga.

Servicio de vigilancia en los muelles

Confiado, como ya se hizo constar en la anterior Memoria, al Cuerpo de Mozos de la Escuadra desde 15 de Noviembre de 1901, el resultado ha sido por todo extremo satisfactorio, así para el comercio como para el buen nombre del puerto.

Venta ambulante de bebidas

Habiendo degenerado en verdadero abuso la venta ambulante de bebidas en los muelles y dado lugar á repetidas quejas por parte del comercio, se regularizó este servicio mediante Reglamento aprobado por el Excmo. Sr. Gobernador civil de la provincia, en 21 de Julio de 1902.

Servicio de casetas

Establecidas muchas de ellas en los muelles desde larga fecha y sin la debida autorización; después de estudiar la utilidad que al comercio reportaban y de hacer retirar las que se estimaron perjudiciales, se reguló su instalación y permanencia á satisfacción de las casas navieras y consignatarias que las utilizan.

Caja de auxilios y previsión

Aprobado por R. O. de 8 de Febrero el Reglamento porque debía regirse la Caja, empezó á funcionar en 1.º de Mayo siguiente:

Notadas algunas deficiencias de régimen y afanosa esta Junta porque tuviera vida próspera, contando con medios para cumplir desembarazadamente la elevada misión que le está encomendada, impetró de

la Superioridad la modificación de algunos artículos del citado Reglamento y la concesión, á favor de dicha Caja, del uno y medio por ciento de los ingresos de esta Junta, lo cual se dignó otorgar el excelentísimo señor Ministro de Agricultura, Industria, Comercio y Obras públicas, por R. O. de 10 de Septiembre último.

La gratitud de los empleados y obreros de esta Junta se hizo patente nombrando socios de honor de la aludida Caja al entonces excelentísimo Sr. Ministro de Agricultura, don Félix Suarez Inclán, al ilustre Jefe de Negociado de Puertos en el propio Ministerio, don Baldomero Donnet y á los vocales todos de esta dicha Junta.

Servicio de contabilidad

Dentro del año á que se refiere esta Memoria han quedado aprobadas por la Superioridad, las cuentas generales de ingresos y gastos oportunamente rendidas por la Junta, correspondientes á los años de 1900 y 1901, habiéndosele sido comunicada dicha aprobación en las respectivas fechas de 20 de Mayo y 6 de Septiembre de 1902.

Barcelona 3 de Agosto de 1903.

EL VICEPRESIDENTE,

Rómulo Bosch y Alsina.

EL SECRETARIO,

Mauricio Serrahima

APÉNDICE

DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS

Puertos

El señor Ministro de Agricultura, Industria, Comercio y Obras públicas, comunica con esta fecha al Gobernador civil de la provincia de Barcelona, la Real Orden siguiente:

«Visto el expediente promovido por la Compañía de los ferrocarriles de Madrid á Zaragoza y Alicante, en solicitud de autorización para ampliar la estación de mercancías establecida en los terrenos inmediatos al muelle de San Beltrán en el puerto de Barcelona. Visto el proyecto que al expediente acompaña de lo que U. S. dá cuenta con su comunicaci' n de 2 de Septiembre último. Vistos los informes emitidos acerca del indicado proyecto por la Jefatura de la segunda División de ferrocarriles, Junta de Obras del Puerto, Ayuntamiento de esa Capital y por el Ingeniero Jefe de Obras públicas de esa Provincia. Visto el dictamen que relativo á dicho asunto envía la Junta de Obras citada, en 1.º de Octubre próximo pasado. Vistos todos los antecedentes de este asunto y más particularmente la Real Orden de 23 de Diciembre de 1867 por la cual se autoriza definitivamente la construcción, sin subvenci' n alguna, de toda la parte del muelle de la muralla, de mar comprendida entre el baluarte de Atarazanas y el arranque del dique del Oeste de ese puerto. Visto el Real Decreto sentencia de 8 de Marzo de 1880, por el que terminantemente se aprueba la distribución de los terrenos ganados al mar con motivo de las obras del muelle de San Beltrán y por el que se reconoce la propiedad que sobre la parte del mismo designada tenía y conserva la Compañía de los ferrocarriles de Madrid á Zaragoza y Alicante, en virtud del contrato celebrado con el Estado por sus antecesores y comunicado por la antedicha Real Orden de 23 de Diciembre de 1867. Resultando, que según la cláusula oncenena de esta disposición, se reconoce á la anterior Compañía concesionaria de las obras de referencia el derecho de establecer Docks ó Almacenes

en los terrenos correspondientes, más con sujeción á un proyecto que mereciera la Superior aprobación y exigiendo el no ocupar aquellos para otros usos sin la autorización del Gobierno. Resultando, que en la cláusula novena de dicha Real Orden, relativa á la caducidad de la concesión, se refiere tan solo al caso de incumplimiento de las anteriores condiciones de la misma. Considerando la imposibilidad de que un derecho caduque por haber esperado á ejercitarle, sino cuando de un modo expreso y terminante así se establece por la Ley; que la condición undécima de la repetida disposición no limita de tal suerte el uso de la propiedad ni la naturaleza de esta; sino que según se deduce del contexto de toda ella, lo que el Estado se reservó fué y es la facultad de conocer el uso á que se destinaran los terrenos concedidos y el aprobarlo por cuanto dicho uso pudiera afectar á otras obras ó servicios públicos. Considerando que la Compañía subrogada en la concesión de que se trata, no ha podido perder el derecho á los terrenos de la misma al no dedicarlos á las obras indicadas en la condición oncenava, porque si bien no existiera la autorización expresa del Gobierno para ello al aprobar este como lo hizo el proyecto de la estación provisional existente así como el acta de reconocimiento de las obras y al autorizar la explotación de la línea; concedió implícitamente la autorización á que se refiere dicha base once de la repetida Real Orden y aún cuando asno fuere, no es la falta de cumplimiento de tal condición bastante para que pudiera destruirse por ello el derecho de propiedad sobre los terrenos adquiridos en virtud del contrato celebrado entre el Estado y la Compañía, y la autorización subsiguiente vendría en todo caso á subsanar la falta sin perjuicio de ser exigible cualquiera otra responsabilidad que no por no destruir el derecho de propiedad, hubiera sin embargo de hacerse efectiva. Considerando por lo expuesto que no existen motivos para reclamar la caducidad de la concesión de los terrenos ganados al mar por la construcción del muelle de San Beltrán en el puerto de Barcelona; y considerando que según especifican y se consulta en todos los informes emitidos á excepción del de la Junta de Obras del Puerto, los beneficios que había de reportar la ampliación de la estación de referencia á los intereses generales de la Industria y del Comercio de esa población, han de ser muy superiores á los inconvenientes que podrían originarse; y que los que se relacionan con los intereses de ese Municipio, pueden subsanarse teniendo en cuenta las condiciones de su informe de 15 de Noviembre de 1901, respecto al indicado proyecto, estableciéndose, sin embargo, previo acuerdo con el Ingeniero Jefe de Obras públicas de esa provincia al ampliarlas en lo que se refiere al desagüe se las cloacas en el mar. De conformidad con lo informado por el Consejo de Obras públicas en pleno y con lo propuesto por la

Dirección general del ramo; S. M. el Rey (q. D. g.) se ha servido disponer: 1.º que se manifieste y declare que no existen razones legales para considerar caducada la concesión de terrenos ganados al mar por el muelle de San Beltrán.—2.º Que se autorice á la Compañía de ferrocarriles de Madrid á Zaragoza y Alicante para realizar el ensanche de la estación de Barcelona-San Beltrán número 3, con sujeción al proyecto presentado al efecto por dicha Compañía. 3.º En el término de un año presentará la misma el proyecto de estación definitiva en el emplazamiento indicado por la Junta de Obras del Puerto, ó sea el comprendido entre el origen del dique del Oeste, la carretera de Casa Antúnez, el Morrot y el mar.—4.º Cuando dicho proyecto sea aprobado, presentará la Junta del Puerto el necesario para ganar al mar los terrenos para la estación, si estudiado á fondo el problema resulta ser esta la solución más conveniente para el ensanche del puerto.—5.º La Compañía citada no podrá negarse al traslado de su estación al nuevo emplazamiento previo arreglo de las mútuas indemnizaciones que procedan.—6.º Esta estación quedará sujeta á la inspección del Gobierno.—7.º El Ayuntamiento de Barcelona podrá atender á la reparación de las cloacas siempre que sea necesario, con arreglo á las condiciones que propone en su informe de 15 de Noviembre de 1901, previo acuerdo con el Ingeniero Jefe de Obras públicas de esa provincia. Lo que de Real Orden digo á U. S. para su conocimiento y efectos consiguientes; remitiéndole adjunta copia autorizada del dictamen emitido en el asunto por el Consejo de Obras públicas, para que se sirva trasladarlo á la Junta de Obras del Puerto, al Ingeniero Jefe de la segunda división de ferrocarriles y al Representante de la Compañía de los ferrocarriles citados, en esa Capital.»

De orden del señor Ministro lo traslado á U. S. para su conocimiento y efectos consiguientes.

Dios guarde á U. S. muchos años.—Madrid 22 de Diciembre de 1902.—El Director general, P. O. Ricardo Serants.—Sr. Presidente de la Junta de Obras del Puerto de Barcelona.

DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS

Puertos

Con esta fecha el Excmo. Sr. Ministro de Agricultura, Industria Comercio y Obras públicas, me comunica lo que sigue:

«Ilustrísimo Señor. —Vista la exposición de 11 del corriente mes, en la que la Junta de Obras del Puerto de Barcelona, y la Compañía de los ferrocarriles de Madrid á Zaragoza y Alicante, debidamente representadas, someten á la aprobación de este Ministerio las *bases y valoración* respecto al mútuo convenio pactado entre dichas entidades, para las respectivas adquisiciones de terrenos y para el cumplimiento de las prescripciones 3.^a, 4.^a y 5.^a de la Real Orden de 22 de Diciembre de 1902, por la que se aprobó el proyecto de estación de Barcelona-San Beltrán en el puerto de la Capital citada. Vistas las certificaciones que acompañan á la expresada exposición, del Secretario del Consejo de Administración de la indicada Compañía y del de la Junta de Obras de aquel puerto. Vistos los planos en que se presentan los solares que respectivamente han de entregarse y permutarse por las dos entidades convenidas. Vistos los antecedentes del asunto. Considerando que el convenio y valoración de referencia pueden ser aprobados en el supuesto de que la permuta de los terrenos de que se trata versa sobre los de la respectiva propiedad de la Junta y de la Compañía. Considerando que al aprobarse dichas bases, deben dejarse á salvo los derechos que el Ayuntamiento de Barcelona tenga ó pueda tener respecto de las vías públicas aprobadas por la zona á que se refieren los expresados terrenos. De acuerdo con lo propuesto por esta Dirección general, S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido á bien disponer: que se apruebe el convenio y valoración relacionada con el mismo, acordado por las representaciones autorizadas de la Compañía del ferrocarril de Madrid á Zaragoza y Alicante y de la Junta de Obras del Puerto de Barcelona de que se dá cuenta en la exposición y certificaciones antes citadas, relativo al cumplimiento de lo mandado en la Real Orden de 22 de Diciembre de 1902, que aprobó el proyecto de estación de Barcelona San Beltrán; entendiéndose que la permuta que hacen las dos entidades convenidas, versan entre terrenos de la respectiva propiedad de las mismas y que deben respetarse los derechos del Ayuntamiento de Barcelona á los terrenos que relacionados con dicho convenio, pudieran corresponder para vías públicas ya aprobadas en los proyectos de urba-

nización de la indicada zona; teniendo al efecto en cuenta las reclamaciones que dicho Municipio pudiera hacer en defensa de tales derechos.»

Lo que traslado á U. S. para su conocimiento y efectos consiguientes.

Dios guarde á U. S. muchos años —Madrid 20 de Febrero de 1902.—El Director general, P. O. Serants. Señor Presidente de la Junta de Obras del Puerto de Barcelona.

JEFATURA DE OBRAS PÚBLICAS

Negociado de Puertos

NÚM. 574.

La Dirección general de Obras públicas, en comunicación de fecha 25 de Enero último, dice al señor Gobernador civil de la provincia lo que sigue:

«Visto el expediente instruido en ese Gobierno civil con motivo de la instancia y proyecto presentado por la Sociedad «Navegación é Industria», en solicitud de autorización para construir talleres en los terrenos que la misma posee inmediatos al varadero que fué concedido en 1861 á los señores Bofill y Martorell, en el puerto de esa Capital. Vistos los informes de la Junta de Obras de ese puerto, del Ingeniero Jefe de Obras públicas de la provincia y de V. S., así como de la Dirección de lo Contencioso del Estado, todos ellos desfavorables á la solicitada pretensión de que se trata. Considerando que los terrenos en que se pretende construir los indicados talleres, son de absoluta necesidad para la más conveniente distribución de los servicios de ese puerto. De conformidad con lo propuesto por esta Dirección general; su majestad el Rey (q. D. g.) y en su nombre la Reina Regente del Reino, se ha servido disponer: Que se niegue á la Sociedad «Navegación é Industria» de Barcelona, la autorización que solicita para construir talleres en los terrenos próximos al varadero antes citado, cuyo expediente remitió V. S. á este Departamento con fecha 3 de Octubre último.»

Lo que de orden del Sr. Gobernador y en cumplimiento de lo dispuesto por la Superioridad, traslado á V. S. para su debido conocimiento y el de la Corporación de su digna Vicepresidencia. —Dios guarde á V. S. muchos años.—Barcelona 8 de Febrero de 1902.—El Ingeniero Jefe, Alejandro Rubió.—Sr. Vicepresidente de la Junta de Obras del Puerto.

JEFATURA DE OBRAS PUBLICAS

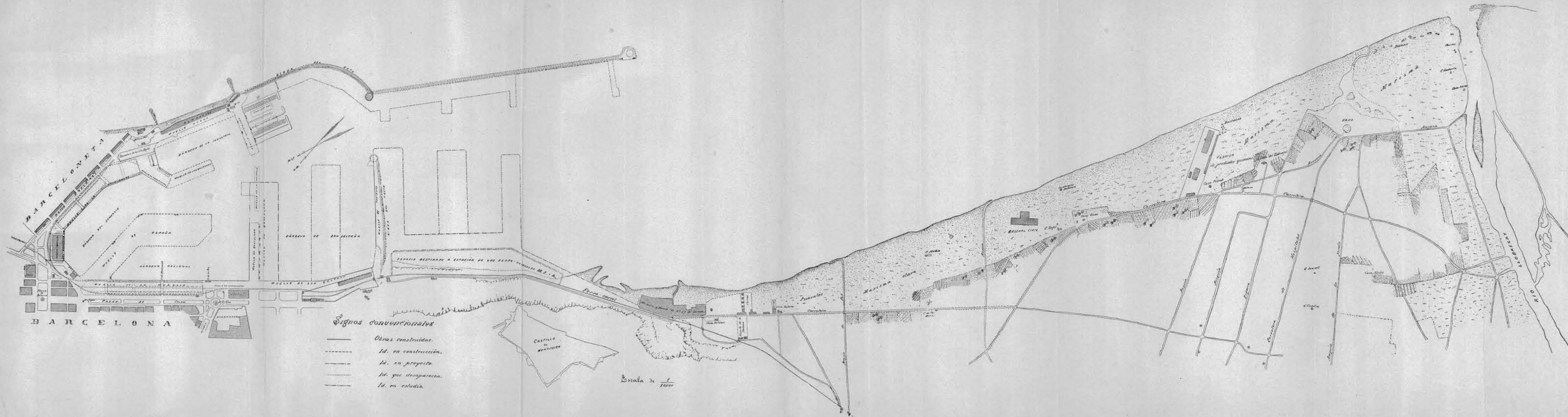
Negociado de Puertos

NÚM. 578.

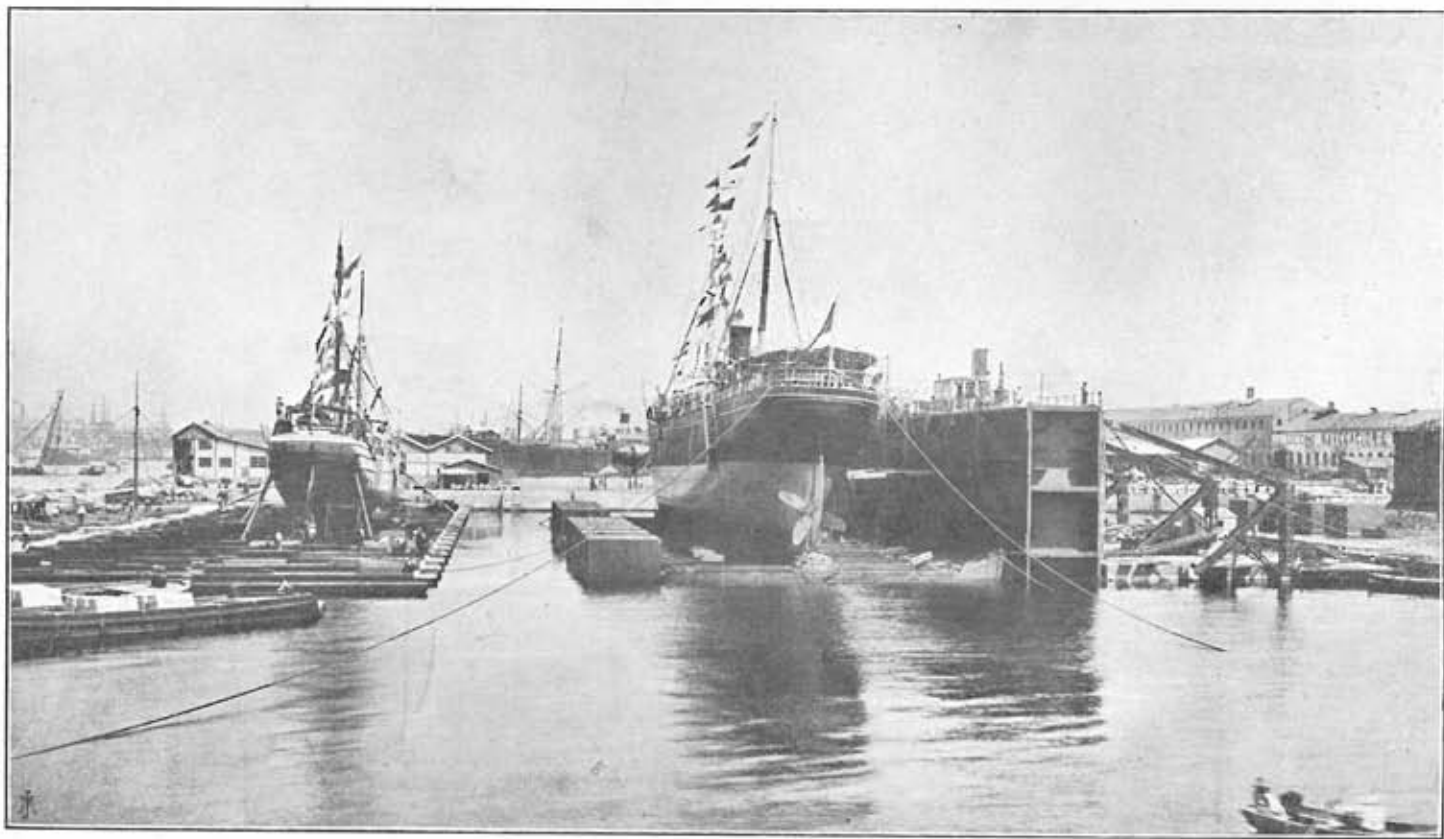
La Dirección general de Obras públicas, en comunicación de fecha 25 de Enero último, dice al señor Gobernador de la provincia lo que sigue:

«Vistas las manifestaciones que en exposición de 27 de Julio de 1901 elevó D. Juan Bofill y Martorell á ese Gobierno civil, en contestación al oficio del Ingeniero Jefe de Obras públicas de esa provincia, relativa á la autorización en virtud de la cual han llevado á cabo la venta á la Sociedad «Navegación é Industria» de la concesión del varadero, y de los terrenos ocupados por el mismo, que le fué otorgada por R. O. de 22 de Mayo de 1861. Resultando, en efecto, que dicha concesión se ha transferido á la indicada Sociedad sin los requisitos que para tales casos previene el artículo 66 de la Ley de Obras públicas vigente:— Considerando que tampoco se ha solicitado información ninguna para llevar á cabo la cesión de la citada concesión, la cual no ha sido autorizada por este Ministerio. De conformidad con esta Dirección general; S. M. el Rey (q. D. g.) y en su nombre la Reina Regente del Reino, se ha servido disponer se declare: Que la cesión, venta ó transferencia realizada á la Sociedad «Navegación é Industria» de Barcelona, del varadero concedido á los Sres. Bofill y Martorell en el año 1861, por virtud de R. O. expedida por el Ministerio de Fomento, tiene un vicio de nulidad, legalmente considerada por no haber sido autorizada dicha transferencia por este Departamento.»

Lo que de orden del señor Gobernador y en cumplimiento de lo dispuesto por la Superioridad, traslado á V. S. para su debido conocimiento y el de la Corporación de su digna Vicepresidencia.—Dios guarde á V. S. muchos años. Barcelona 8 de Febrero de 1902.—El Ingeniero Jefe, Alejandro Rubió.—Sr. Vicepresidente de la Junta de Obras del Puerto.



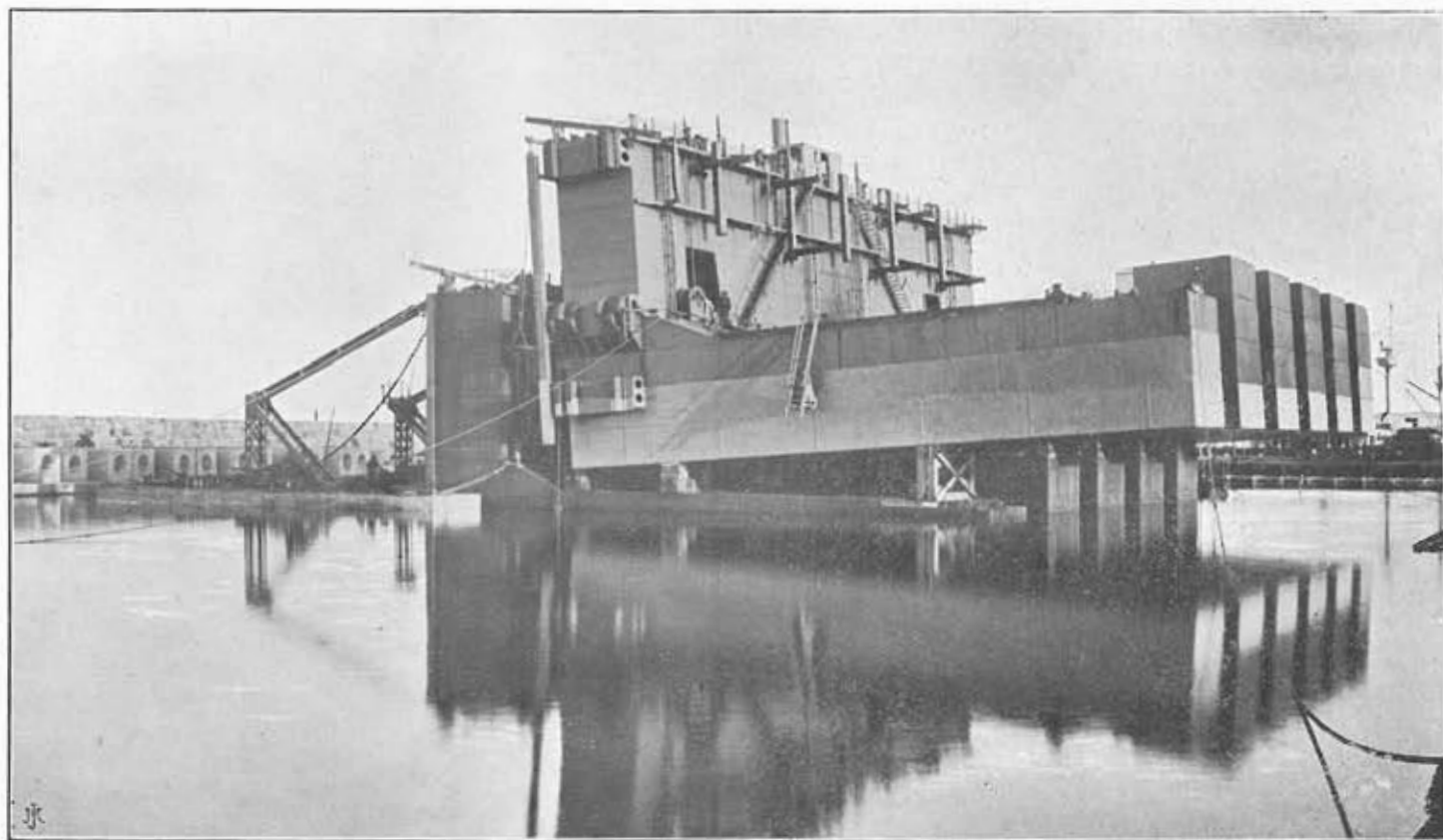
DIQUE FLOTANTE Y DEPONENTE SISTEMA CLARK & STANDFIELD



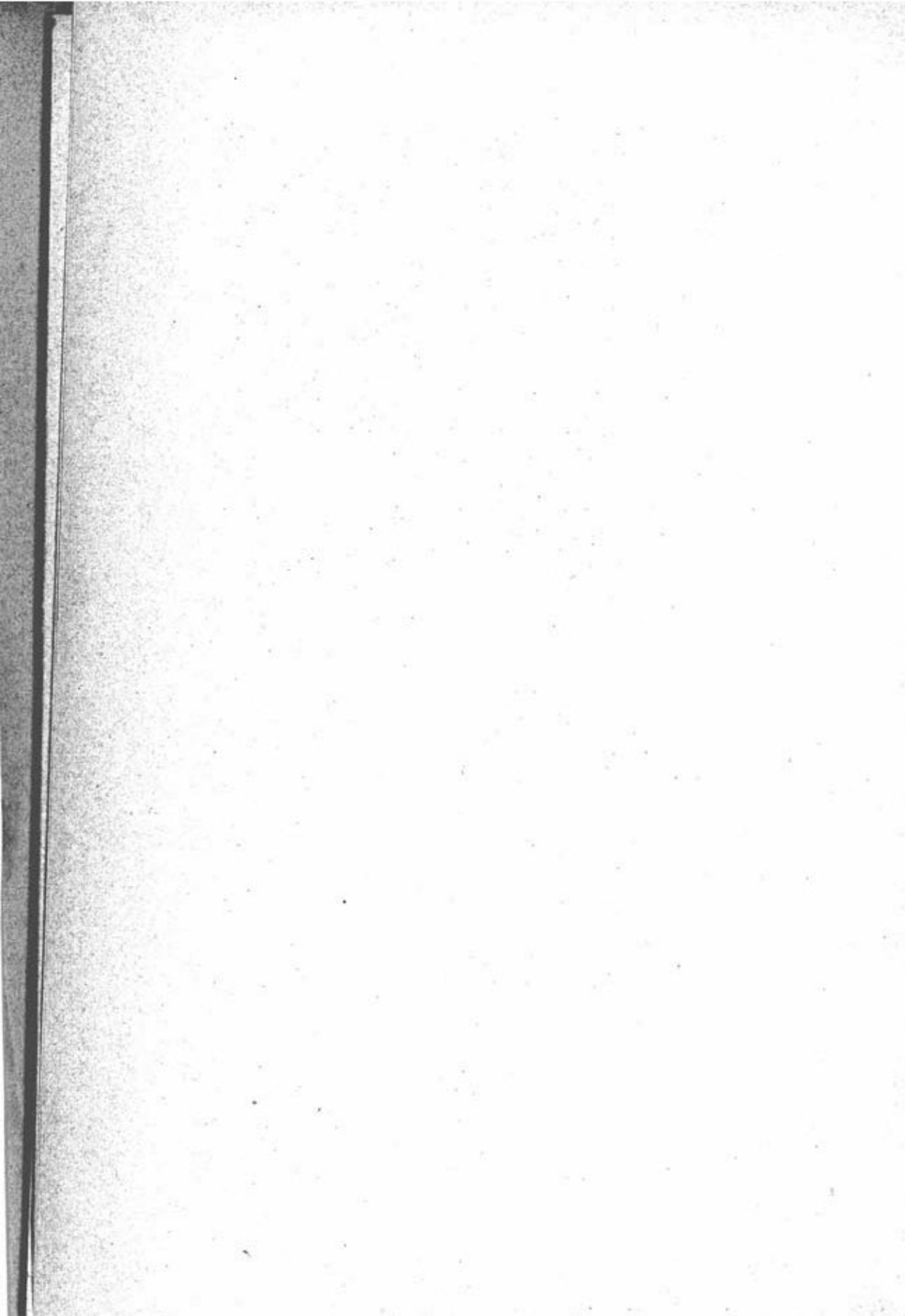
VAPOR «CANALEJAS» EN EL DIQUE Y VAPOR «AMALIA» EN LOS CARENEROS



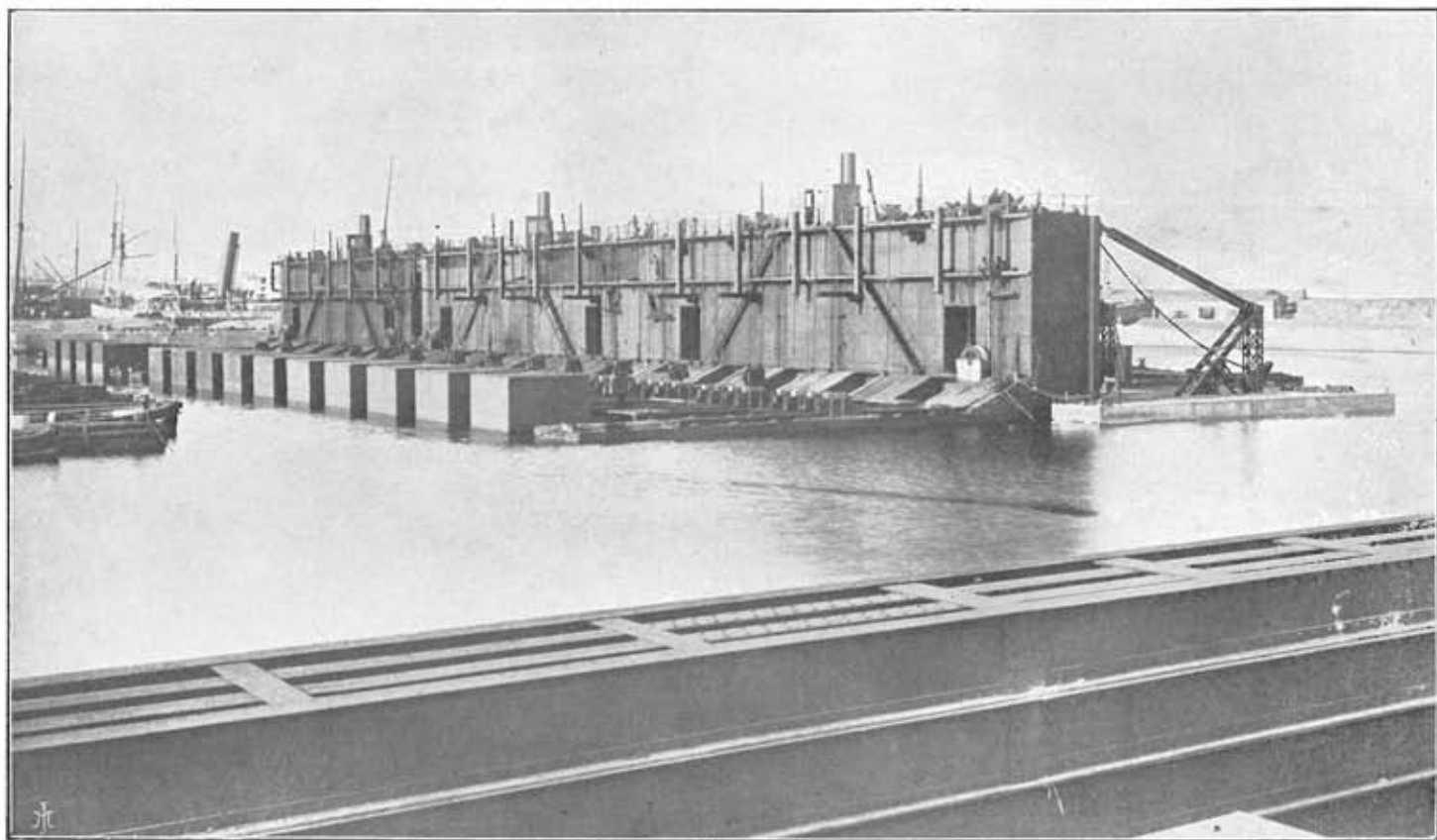
DIQUE FLOTANTE Y DEPONENTE SISTEMA CLARK & STANDFIELD



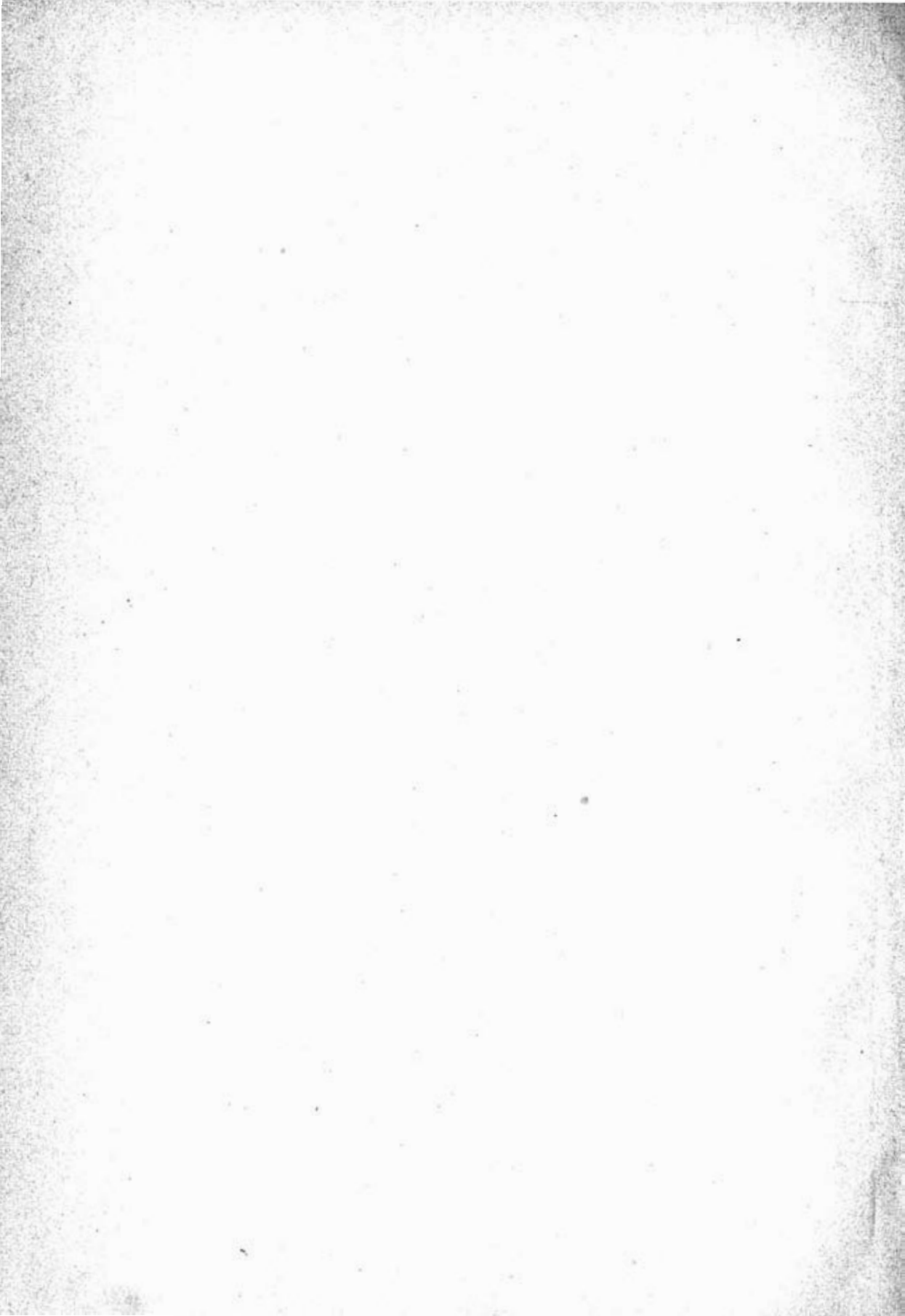
CARENA DE UNA DE LAS SECCIONES



DIQUE FLOTANTE Y DEPONENTE SISTEMA CLARK & STANDFIELD



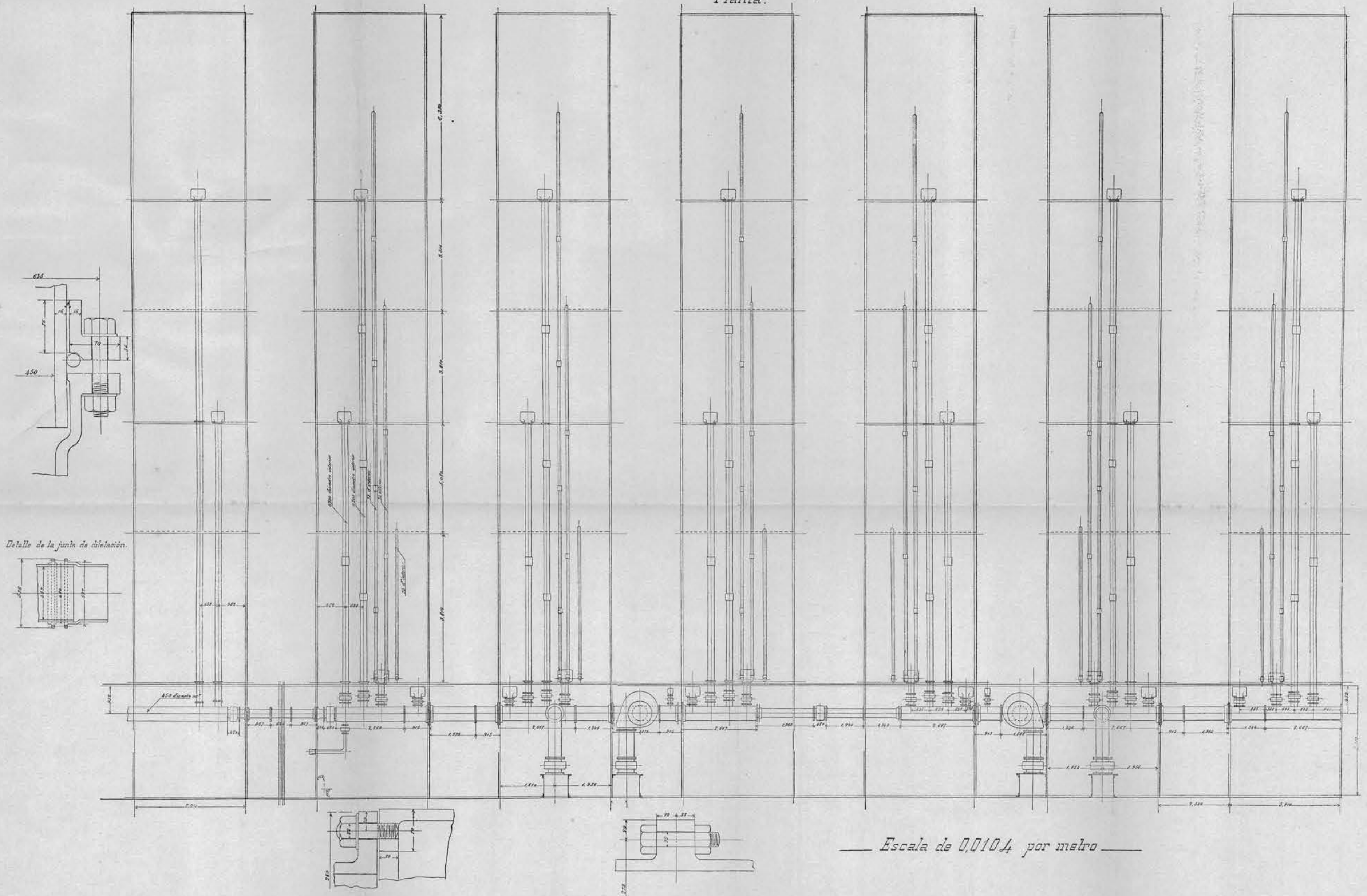
VISTA GENERAL DEL DIQUE



Dique de Barcelona

Plano general de tuberías.

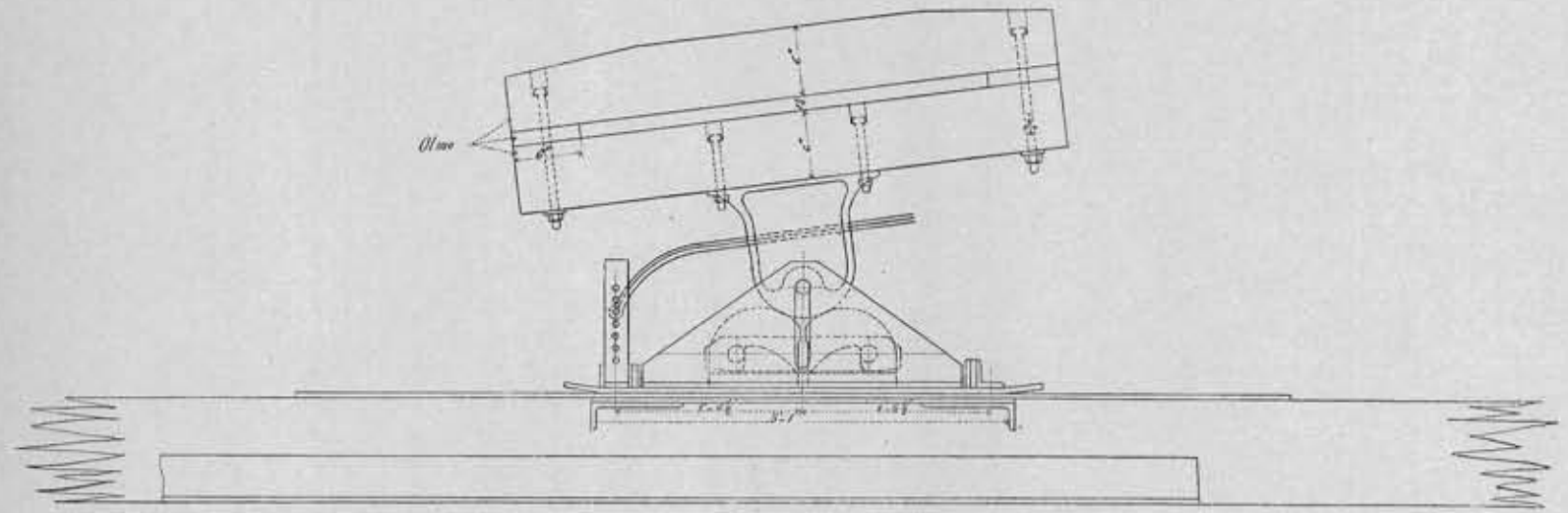
Planta.



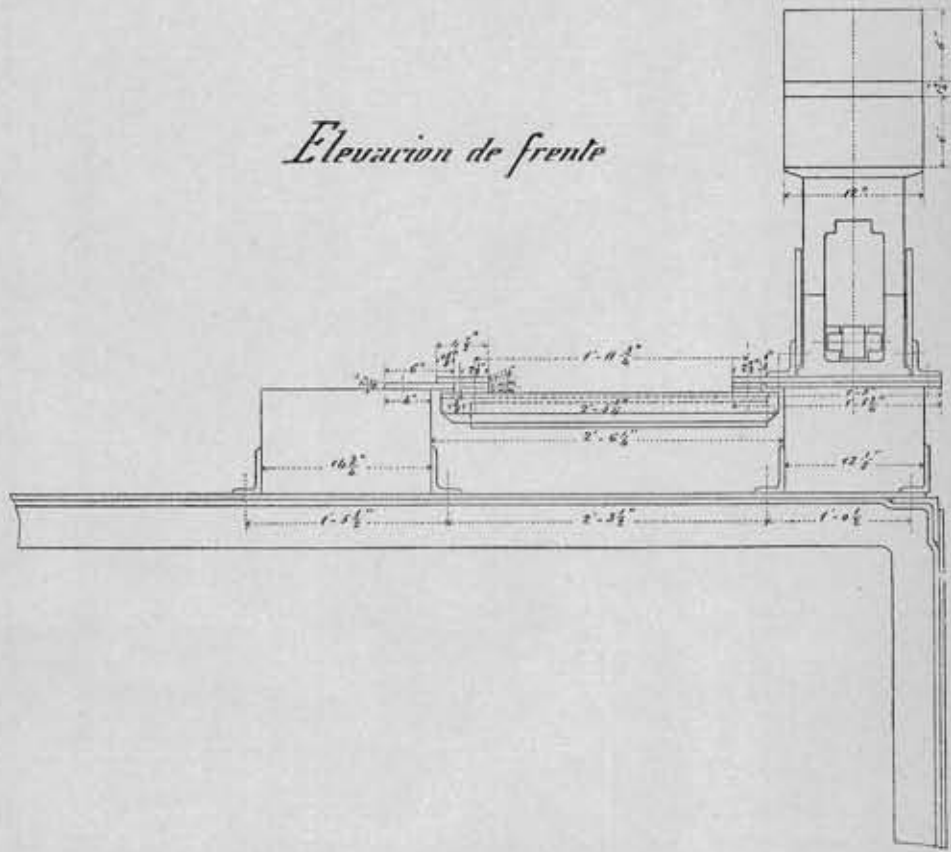
Dique de Barcelona

Tacos de Cuna

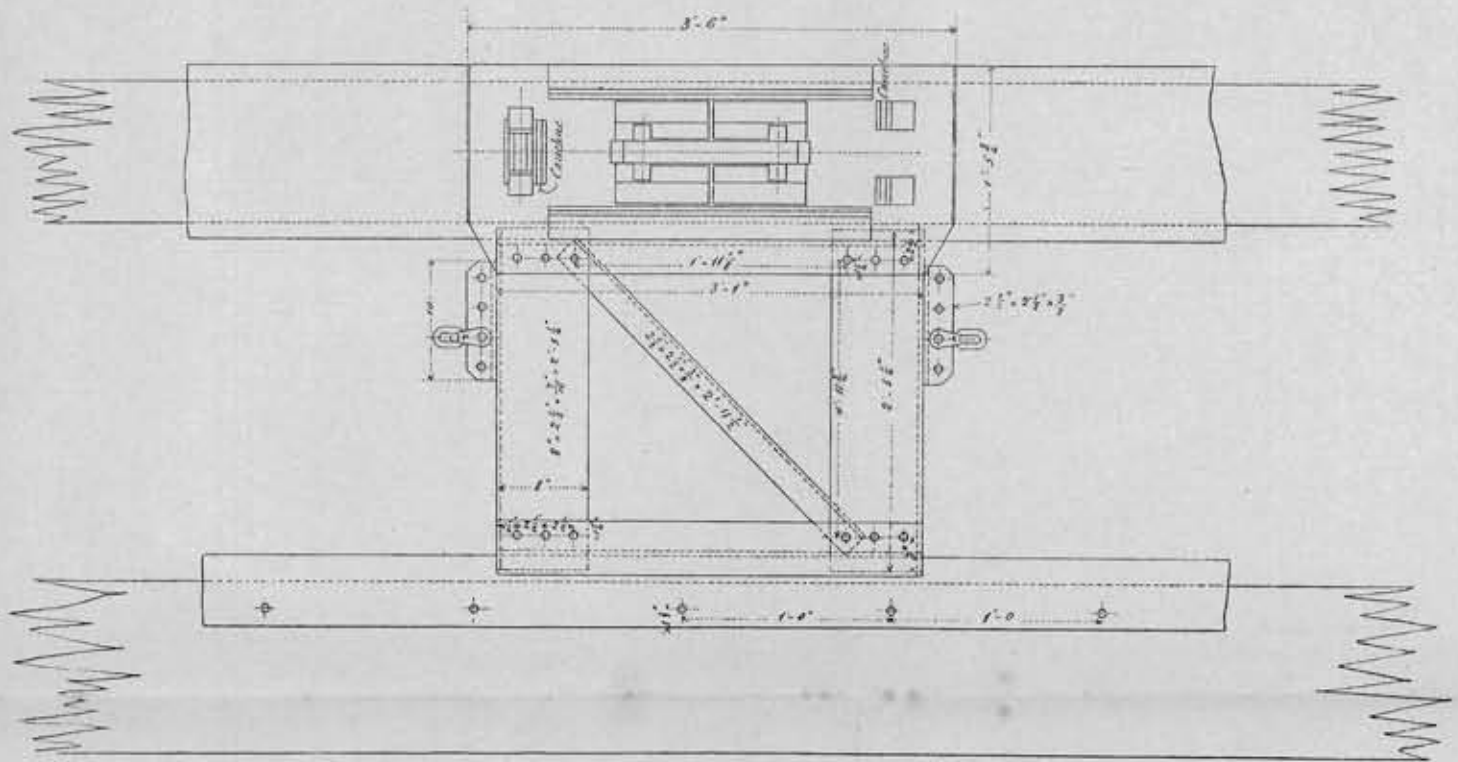
Elevacion lateral



Elevacion de frente

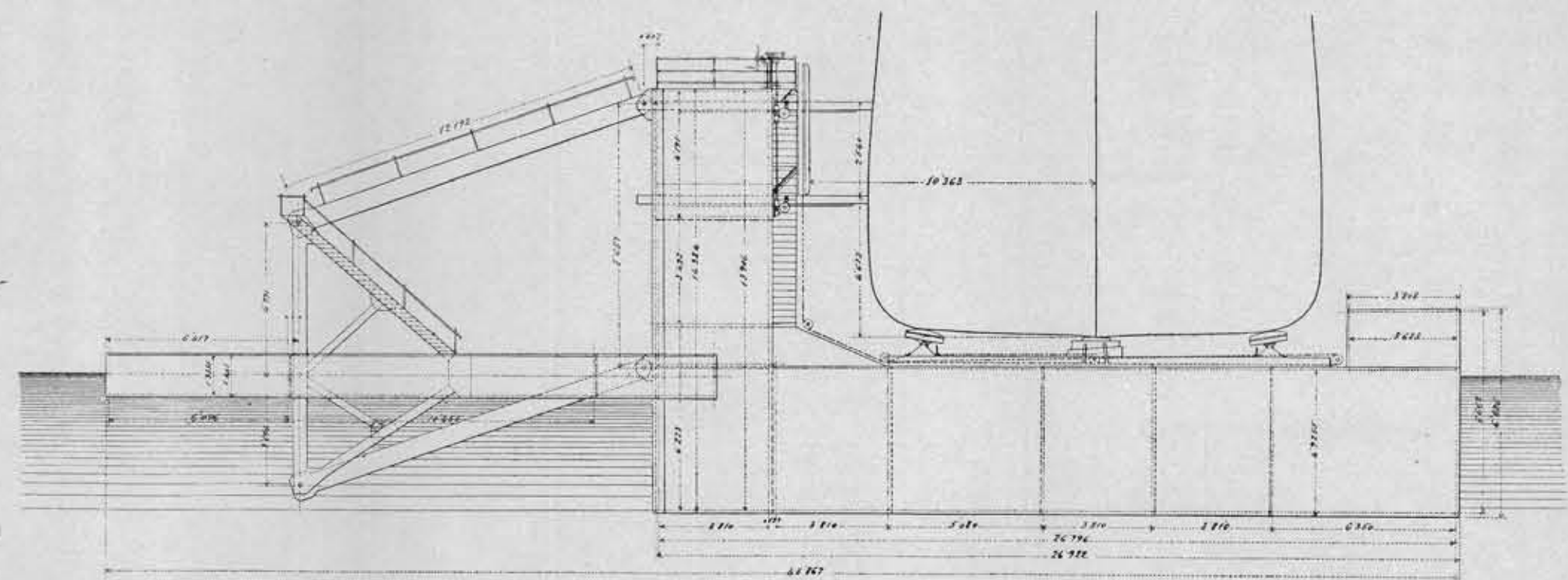
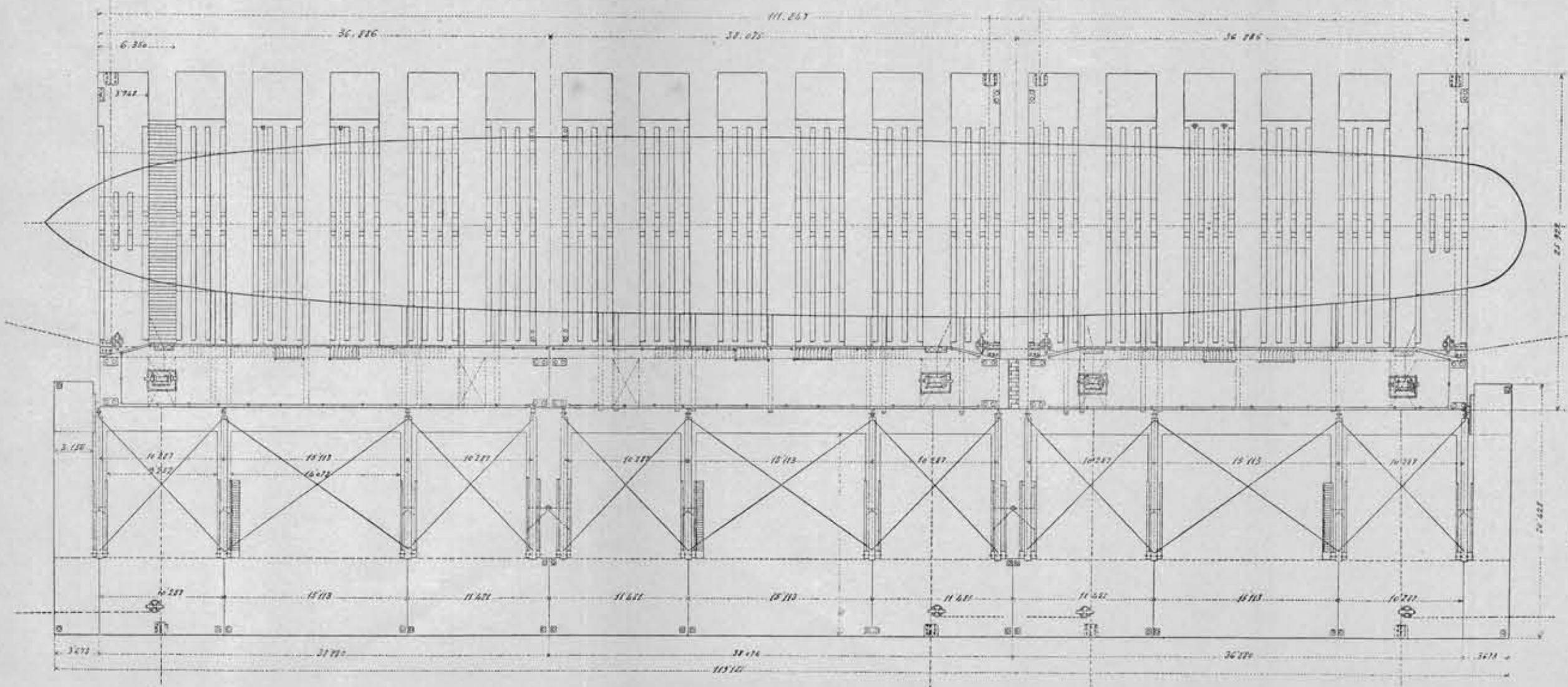


Planta

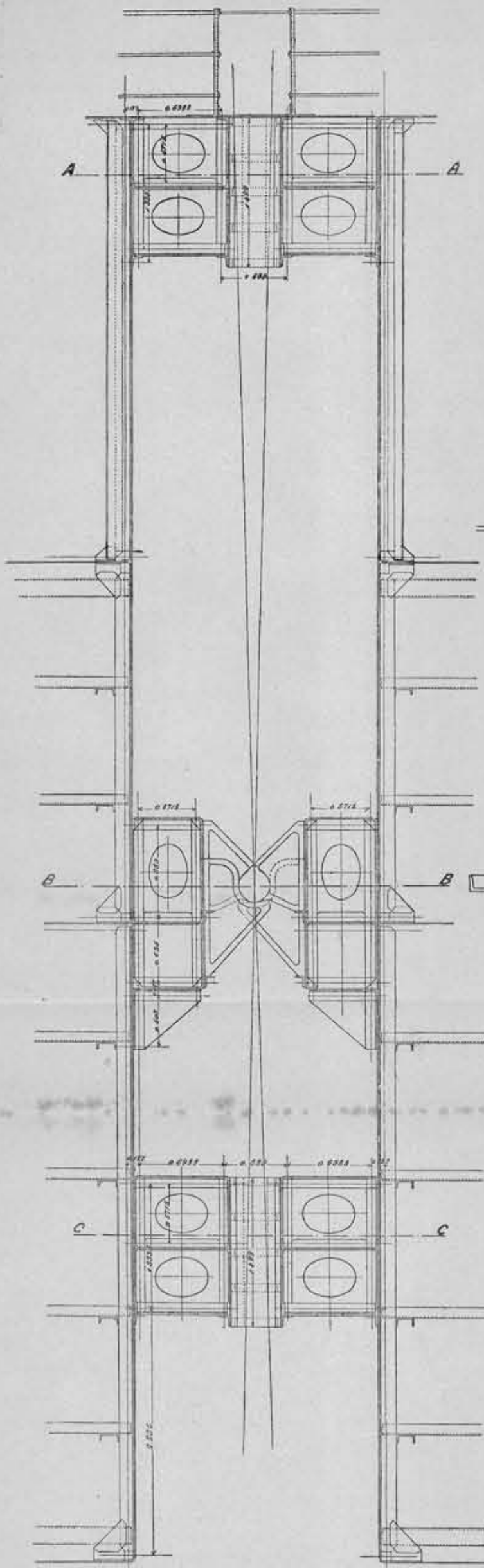


— Escala de $\frac{3}{4}$ " por pie = 0^m0052 por metro. —

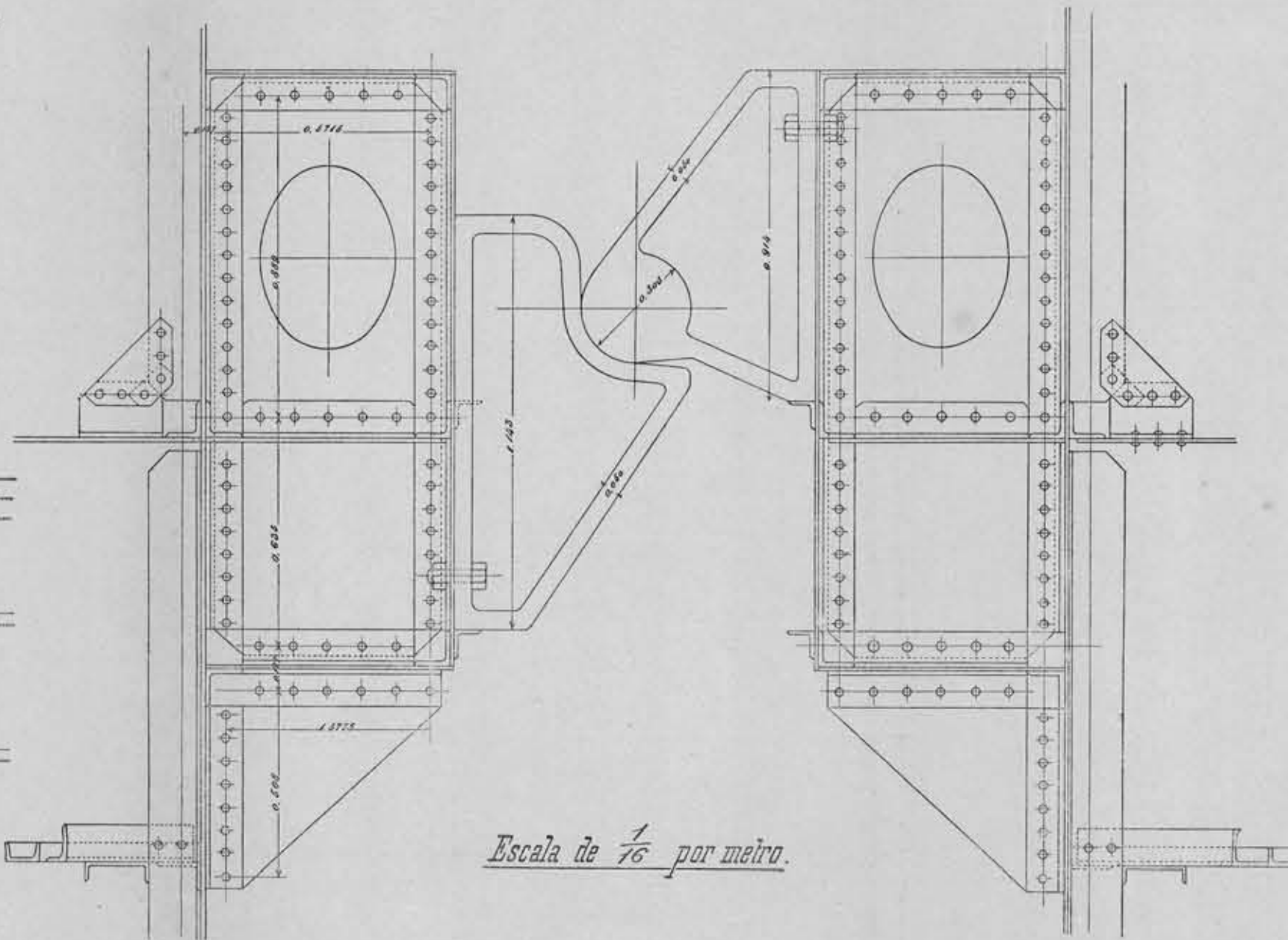
Digue de Barcelona
Plano general



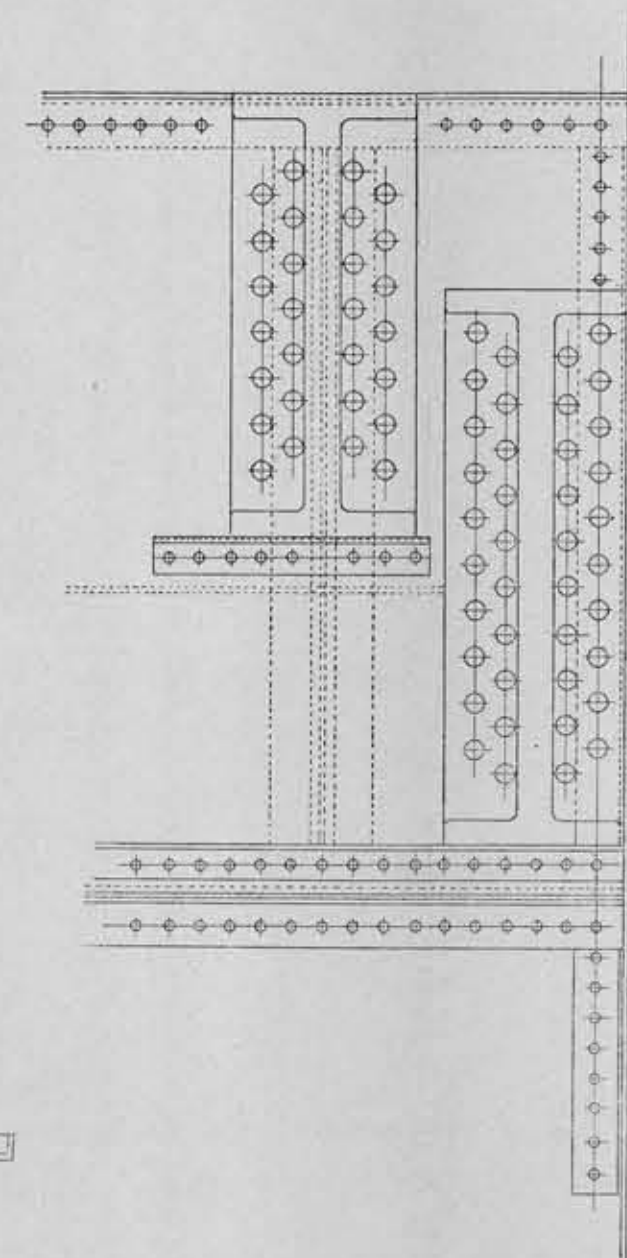
Dique de Barcelona
Detalle de la junta rápida.



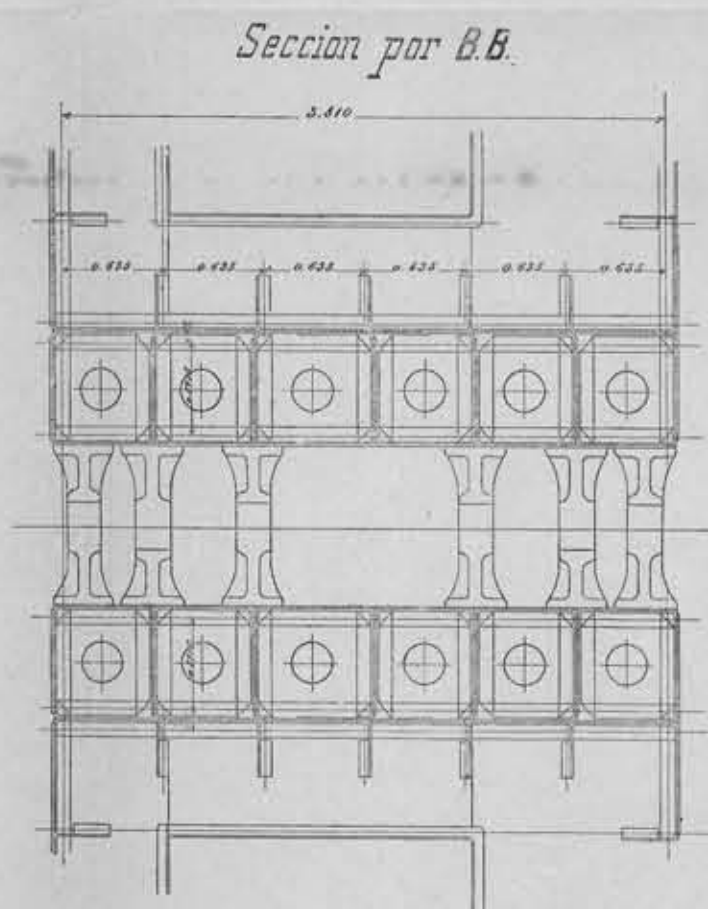
Sección vertical longitudinal.



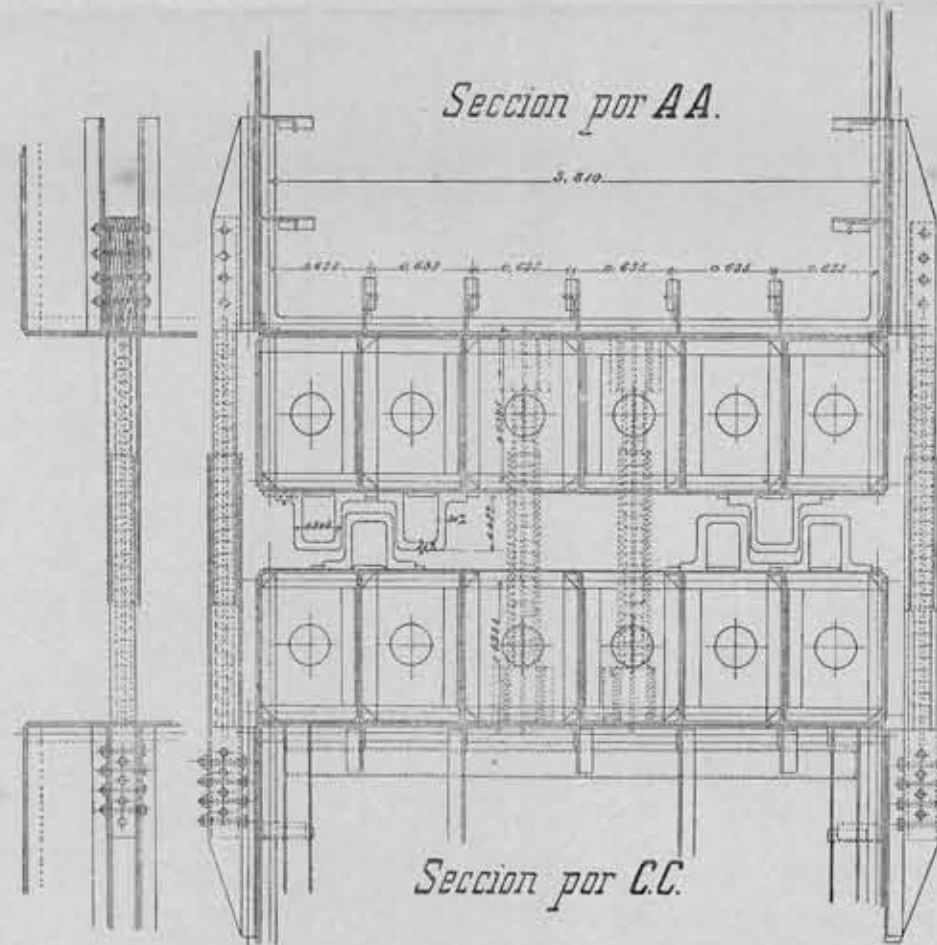
Escala de 1/16 por metro.



Escala de 0,02083 por metro.

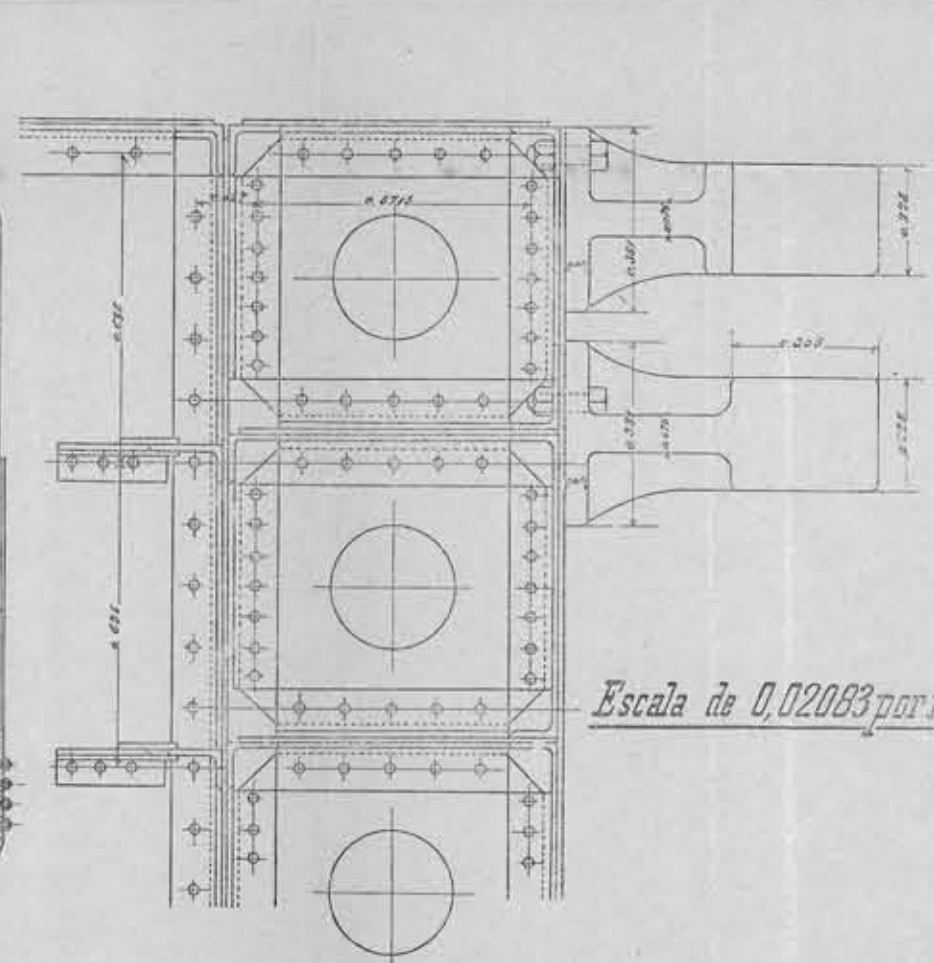


Sección por B.B.



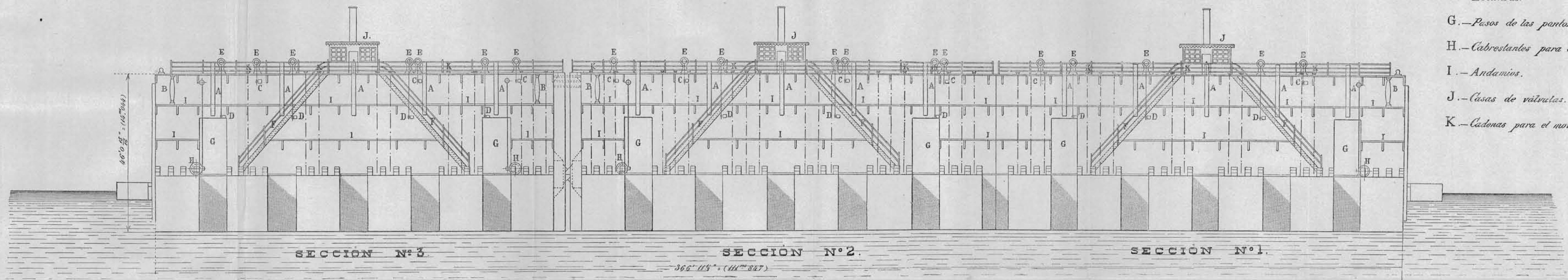
Sección por AA.

Sección por CC.



Dique de Barcelona

Elevación longitudinal del costado del dique visto desde las pontonas.



- A.— Defensas elásticas.
- B.— Id. giratorias.
- C.— Tacos mecánicos laterales superiores.
- D.— Id. id. inferiores.
- E.— Movimiento de los tacos mecánicos.
- F.— Escaleras.
- G.— Pasos de las pontonas al flotador.
- H.— Cabrestantes para el movimiento del dique.
- I.— Andamios.
- J.— Casas de válvulas.
- K.— Cadenas para el movimiento de los tacos de apoyo.

Escala de 1/16 de pulgada por pie = 0,0062 por metro