

dicados, según puede verse en la figura antes citada. Al introducir el aire en los cilindros, suben y se aproximan los carriles de frenado, y al dejar libre el escape, vuelven dichos carriles a su posición pri-

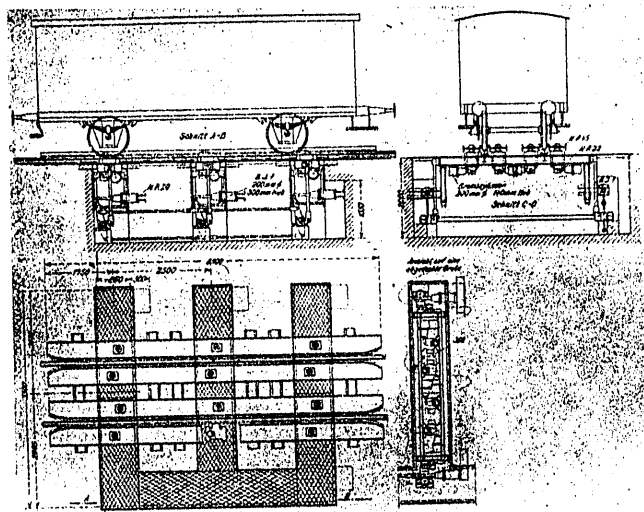


Fig. 6.ª

mitiva, por medio de resortes. Los bastidores de fundación están guiados para evitar esfuerzos horizontales y están unidos, por medio de varillas, al eje, que se encuentra situado en el fondo del foso.

Para obtener un movimiento uniforme y paralelo de los carriles de frenado y del bastidor, están los ejes, guiados en su punto de unión con una horquilla; a estos ejes se unen además unos cilindros especiales, que tienen por objeto levantar los carriles de frenado unos 130 mm sobre el carril, que es su posición de trabajo.

Cuando pasa una locomotora sobre el freno se deja escapar el aire de estos cilindros, y queda el freno en su posición de reposo. Los cilindros elevadores están calculados para la presión vertical máxima que pueda tener lugar en una frenada, y son regulables. Por su anclaje elástico, tiene este freno la ventaja de que los vagones no puedan descarrilar por un frenado demasiado enérgico y que si pasa una locomotora sobre él, por un descuido, con su peso hace bajar el freno a la posición de reposo. El aire comprimido se reparte a los doce cilindros de freno, situados en los tres bastidores de fundación, por medio de un solo regulador, en el cual cada posición de la palanca corresponde a una posición de los émbolos de los cilindros y, por tanto, la presión del freno sigue la voluntad del operador, no pudiendo producirse ni retorceduras, ni enganches, ni descarrilamientos, así como tampoco interviene en la desigualdad del frenado, ni el diferente ancho de llantas, ni diferencias en distancias de ejes de vagones, ni el desgaste desigual de los carriles de frenado.

Todas las piezas del freno son fácilmente accesibles y, sin embargo, están perfectamente resguardadas. La fosa del freno está cubierta con chapa estriada.

Los carriles de frenado son dos fuertes **I**, a una de cuyas cabezas están cosidas unas pletinas de acero fundido, que son las que actúan sobre las llantas, fáciles de intercambiar cuando su desgaste lo exija. Con el desgaste de las mencionadas pletinas aumenta el gasto de aire con ruido; pero, como este consumo es pequeño, duran bastante dichas pletinas, que pueden conservarse aun con un desgaste de 28 milímetros.

Manuel PITA E IGLESIAS
Ingeniero de Caminos

Cierre de diques secos

Barco-puerta

Uno de los puntos del estudio y proyecto de un dique seco de carena en que se presenta mayor indeterminación, es la elección acertada del sistema y condiciones del órgano de cierre; es aún mayor esta indeterminación, o si se quiere indecisión, de la que se presenta en el punto tan capital e importante como es el sistema de ejecución o construcción del propio dique, pues ese sistema es casi una consecuencia obligada de las condiciones del terreno de emplazamiento, y éstas cabe en ocasiones elegir las dentro de la variedad de terrenos existentes en el puerto donde ha de establecerse el dique, y no cabiendo esa elección, sino siendo determinado el sitio donde se ha de construir, basta un detenido, minucioso e inteligente estudio de la zona de ubicación para tener perfectamente despejada la incógnita de la posibilidad de la construcción en seco, procedimiento preferente por la absoluta seguridad, frecuentemente acompañada de la economía, o bien, demostrada la imposibilidad de poder aplicar ese sistema directo y seguro, habiendo de recurrir a cualquiera de los recursos de cimentaciones debajo del agua, de los cuales, aun cuando el más difícil y costoso, el de ver-

dadera garantía, es el cimiento en un solo cajón, colocado mediante el aire comprimido.

Como se ve, aun en ese punto capital está bien determinada y precisa la solución, y de acuerdo todos los ingenieros en la preferible y aplicable, ejemplos tenemos, en el dique de Swansea y en el recientemente construido de Durban, de unos 345 m (1 150 pies) de longitud, y en el proceso para llegar a la construcción del también modernamente construido en El Havre, los primeros cimentados en seco y el tercero sobre un solo cajón; pero, tratándose de la solución del sistema de cierre, no hay esa clara determinación, sino que se presenta la indecisión antes apuntada, viendo la diversidad de sistemas de esos órganos de cierre y la falta de concordancia entre los ingenieros especializados en esta materia sobre cuál de estos sistemas tiene ventajas indudables y, como consecuencia, cuál ha de tener preferencia sobre los demás.

Esta evidente falta de concordancia o acuerdo no es sino un corolario de las diversas condiciones y circunstancias, de nacionalidad, de los mares donde se trabaja, de las condiciones económicas y comer-

ciales de los puertos donde aquellos ingenieros demuestran su actividad y realizan sus estudios y trabajos y de las apreciaciones particulares o aficiones de cada proyectista, que en esto, como en todo, tiene ese coeficiente personal marcada influencia.

Resulta así que los ingenieros italianos, por bajar en mares sin marea, expresan, por manifestaciones de dos de sus más distinguidos ingenieros de puertos, Coen Cagli, al publicar la Memoria de Rappini, y Luiggi, en su Memoria presentada en el Congreso de Navegación de Filadelfia, que el sistema más adecuado y conveniente es el barco-puerta o cajón maniobrado por flotación y, dentro de este sistema, el tipo denominado de línea de flotación constante, y aun en importantes puertos, como Génova, emplean el tipo de diafragma central con refuerzos y cajas de flotación.

Los ingenieros ingleses adoptan, como en Swansea, en el Imperial de Leith y otros modernos diques, el tipo de puertas de busco, de dos hojas, dada la mayor amplitud de la carrera de marea en algunos de sus puertos y, sobre todo, dadas las frecuentes maniobras que han de efectuar, por la activa explotación de estas obras, dedicadas a la reparación de buques, y dado que muchos de esos diques están situados en dársenas de flotación, donde no ha de temerse la influencia de la marejada, perjudicial para la maniobra y cierre perfecto de esas puertas.

Los ingenieros alemanes, con frecuencia tienen aplicado el sistema de cajones deslizantes o rodadizos, por tratarse de puertos militares, donde la maniobra de un barco-puerta flotante no tiene las características de celeridad y seguridad que se requieren en un dique para los fines militares indicados. No obstante, el notable ingeniero Monch, según lo expuesto en una Memoria presentada al Congreso de Navegación, al observar las averías importantes producidas en los diques de Kiel, y considerando que una puerta deslizante, alojada en esclusa contigua al dique, produce en el terreno presiones muy desiguales en las distintas posiciones de la puerta, causa de las averías indicadas, dice que «es, de un modo general, recomendable hacer el cierre de los diques secos con puertas flotantes».

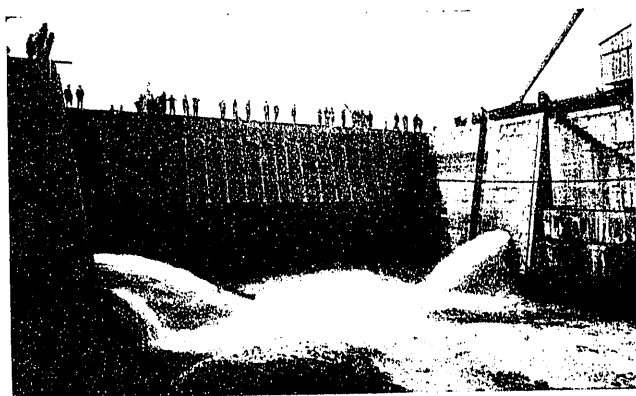
Los ingenieros franceses y belgas emplean como cierres puertas deslizantes, tratándose de puertos militares, como en el dique del Homet, en Cherburgo, en el de Lanion, en Brest, y en el moderno dique citado de El Havre, por proyectarse para ser también aprovechado como dársena de flotación; pero tienen también, en el puerto militar de Tolón, a pesar de ser dique de doble entrada, barco-puerta, y también en el dique de Marsella, indudablemente adoptado ese sistema por ser en el mar Mediterráneo.

En el dique de Durban (Africa) han empleado cajones deslizantes, tal vez por tratarse de una gran abertura y por tratarse de aprovecharlo como medio de comunicación de las dos márgenes del sitio de emplazamiento.

Se ven, pues, las variadísimas apreciaciones hechas sobre este punto, y de las cuales no puede deducirse una afirmación segura ni regla alguna, y así lo confirma el ingeniero inglés Box, dedicado a esta clase de obras, al decir, en una Memoria suya al Congreso de Navegación, que «la elección del cierre de un dique seco depende de las circunstancias locales, y no puede formularse ninguna regla fija e invariable, y hasta él mismo propone, como ventajosa en algunas

circunstancias, una puerta con eje de giro horizontal situado en su parte inferior, sistema del cual dice que, aun siendo muy antiguamente empleado, pero en una forma muy rudimentaria y primitiva, puede hoy tener grandes ventajas en circunstancias adecuadas.

Como consecuencia de todas las ligeras consideraciones expuestas, y pretendiendo deducir algo útil para la aplicación en nuestros puertos, observando las condiciones de nuestras costas, correspondiendo en gran parte a un mar sin marea y en la otra a un mar en que la carrera de su marea no excede de los 15 pies, casi fijado como límite en los informes del último Congreso de Navegación para la adopción de obras marítimas sometidas a la influencia de fuertes mareas, y teniendo en cuenta además que los diques secos emplazables en nuestro país no han de estar sometidos a una gran frecuencia de aperturas y cierres, parece indudable la preferencia, utilidad y conveniencia de la adopción del barco-puerta como órgano o elemento de cierre de nuestros diques, quedando sobradamente compensados los pequeños in-



Arsenal de El Ferrol: Barco-puerta del nuevo dique

convenientes de este sistema, como son la lentitud de maniobra y precisión de sitio adecuado para su fondeo, con las innegables ventajas de la economía y adaptación a distintos emplazamientos, economía no solamente exclusiva de la construcción del propio órgano, sino de su explotación y de la esclusa para su colocación, y especialmente la ventaja de ser el medio de cierre adecuado para la división de diques, dejándolos en su longitud reducidos a la eslorá proporcionada al barco a reparar, división de diques tan recomendada y aplicada en muchos, como, por ejemplo, en Boston, Nápoles, Génova, Durban, etcétera, y aun recomendando algunos ingenieros que en diques de gran longitud se sitúe una esclusa a unos 30 m de la entrada, para disminuir el agotamiento en la generalidad de los casos, amortizándose en corto tiempo el coste de esa esclusa o encaje del barco-puerta.

En nuestros diques tenemos empleado en general el barco-puerta, y especialmente en el mejor, el Reina Victoria, de El Ferrol.

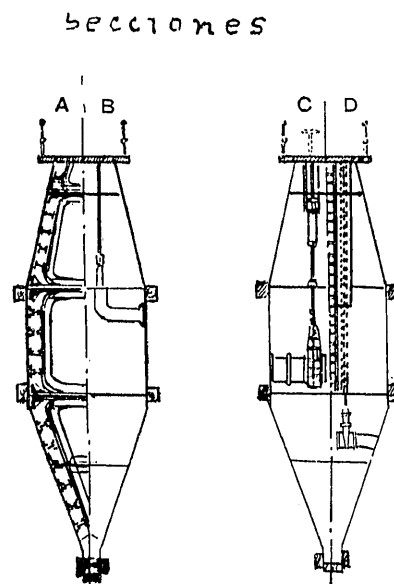
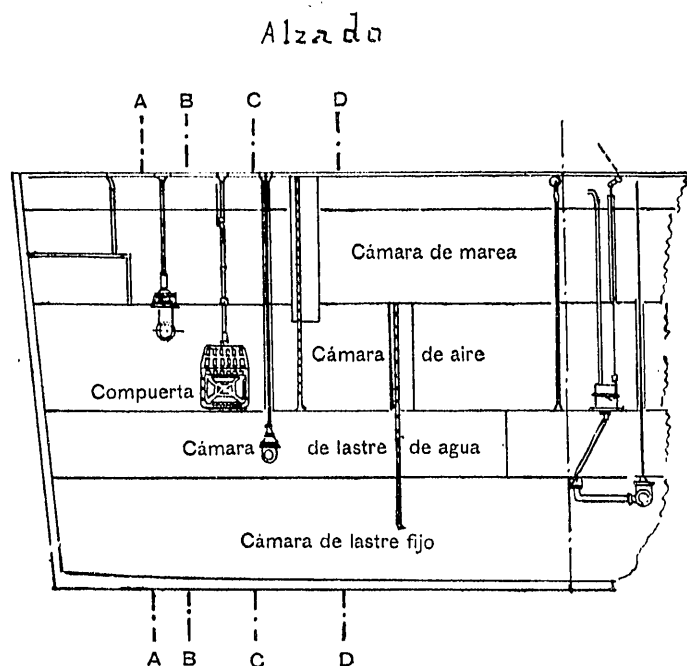
Dentro del barco-puerta cabe la adopción del tipo de línea de flotación constante o variable, este último cada vez más empleado, a medida del aumento de facilidad para el achique del lastre de agua.

La elección en cada caso se hará examinando bien las circunstancias locales y de emplazamiento; a nuestro juicio, tiene grandes ventajas de economía,

estabilidad, facilidad de construcción y explotación, principalmente para nuestros mares de marca, el tipo representado en la figura, empleado, al parecer con éxito, en un dique de Suez, y también considerada muy aceptable su estructura por los ingenieros nort-

agua o aire, la quilla puede tener flexiones y todos pueden tener necesidad de resistir algunos esfuerzos anormales.

Si, con relación al croquis, se designan por L_0, L_1, L_2, L_3 las respectivas longitudes de las vigas hori-



americanos, dando uno de ellos, Halmos, un elegante sistema de cálculo de las piezas de la estructura, para el cálculo de las cuales también existe una gran indeterminación.

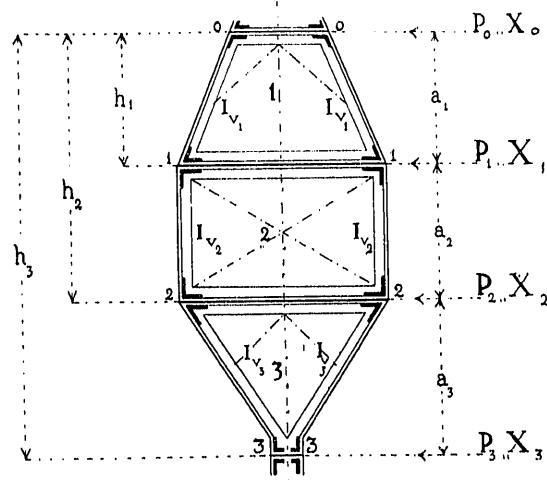
De este sistema de cálculo, descrito en una Memoria, publicada por el citado ingeniero en el *Engineering New Records*, daremos una ligerísima idea.

La estructura de estos barcos-puertas está, como generalmente se dispone, constituida por unas vigas o armazones horizontales y otras verticales, cubriendo todo este conjunto o esqueleto la chapa del casco, constituyendo una presa que refiere los esfuerzos a los encajes de los costados y al busco, formando ese esqueleto un sistema estáticamente indeterminado. Y Halmos, aplicando el principio del mínimo trabajo, considera determinables los esfuerzos de las varias piezas.

Considera el barco-puerta formado por tres armazones horizontales y la quilla, y que el empuje del agua se transmite a estas piezas por las chapas del casco. Considera armazones verticales bastantes, formando una estructura vertical, para distribuir una rigidez igual en toda la longitud de la puerta, y considera que la quilla y el busco están en un contacto tan perfecto, que aquélla no puede flexionar.

Si la dimensión de cada armazón horizontal fuese proporcionada al esfuerzo que ha de resistir, esto es, si se dispusieran esas vigas horizontales de modo que la carga hidrostática unitaria para todas ellas fuese la misma y la viga-quilla fuese libre de flexionar, es evidente que la deformación de cada viga sería la misma y ningún momento flector debido al empuje del agua producirían en las armazones o montantes verticales; pero a esos armazones ha de considerárseles sometidos a otros esfuerzos además del empuje del agua; la superior puede emplearse como puente de paso, los intermedios como fondo de cámaras de

zonales; por P_0, P_1, P_2, P_3 los empujes del agua por unidad de longitud, cantidades conocidas; por X_0, X_1, X_2, X_3 las reacciones de las estructuras verticales bajo las horizontales por unidad de longitud, canti-



dades desconocidas, que son las que precisa determinar; la estructura vertical estará en equilibrio si

$$\Sigma X = X_0 + X_1 + X_2 + X_3 = 0 \quad [1]$$

$$\Sigma M = X_0 h_3 + X_1 (h_3 - h_1) + X_2 (h_3 - h_2) = 0 \quad [2]$$

pero para determinar estas cuatro reacciones serán precisas dos ecuaciones más, que se proporcionan recurriendo al principio del *mínimo trabajo*.

Si se llama T al trabajo total de las fuerzas internas de la puerta; $M_{h_0}, M_{h_1}, M_{h_2}$ los momentos flectores en una sección cualquiera de las respectivas vigas o estructuras horizontales; $M_{v_1}, M_{v_2}, M_{v_3}$ los

momentos flectores en una sección cualquiera de las estructuras verticales; I_{h_0} , I_{h_1} , I_{h_2} ; I_{v_1} , I_{v_2} , I_{v_3} los respectivos momentos de inercia; l , la distancia de cualquier punto de las estructuras horizontales al apoyo

de la izquierda; y, distancia de cualquier punto de las estructuras verticales al punto más alto de cada sección en que dividen esos montantes las vigas horizontales, y E , el módulo de elasticidad, se tendrá:

$$T = \frac{1}{2E} \left(\int_0^{L_0} \frac{M_{h_0}^2}{I_{h_0}} dl + \int_0^{L_1} \frac{M_{h_1}^2}{I_{h_1}} dl + \int_0^{L_2} \frac{M_{h_2}^2}{I_{h_2}} dl + \int_0^{a_1} \frac{M_{v_1}^2}{I_{v_1}} dy + \int_0^{a_2} \frac{M_{v_2}^2}{I_{v_2}} dy + \int_0^{a_3} \frac{M_{v_3}^2}{I_{v_3}} dy \right)$$

representando los tres primeros términos el trabajo interno de las fuerzas que flexionan las estructuras horizontales 0, 1 y 2, suponiendo no trabaja la 3, por estar adosada al busco, al cual transmite su esfuerzo, y los tres últimos términos, el trabajo de las fuerzas que flexionan las armaduras verticales.

Los M_h y M_v pueden expresarse en función de X_0 , X_1 , X_2 , X_3 , y como X_2 , X_3 pueden ponerse en función de X_0 , X_1 , se establecerá la condición del trabajo mínimo igualando a cero las derivadas de T con relación a X_0 y X_1 , de modo que las otras dos ecuaciones que faltaban para determinar las cuatro incógnitas con las [1] y [2], serán

$$\frac{\partial T}{\partial X_0} = 0 \quad [3]$$

$$\frac{\partial T}{\partial X_1} = 0 \quad [4]$$

Por no hacer más pesado de lo que ya resulta el presente artículo, no se desarrollan, como Halmos lo hace en la Revista citada, esas expresiones de tra-

bajo y sus derivadas; aquél, hasta expuso los resultados de un ejemplo numérico; pero parece suficiente lo expuesto, ya que el propósito es solamente indicar la existencia de este procedimiento de cálculo muy racional, quizás menos laborioso que alguno de los propuestos, como los de igualar las flechas en cada uno de los nudos, y más satisfactorio para el ingeniero que el recurrir al elemental procedimiento de considerar cada pieza aisladamente y sometidas a unas hipótesis de cargas muy exageradas para tener un gran coeficiente de seguridad; pero a costa de emplear material en exceso, aun cuando no resulte tan inútil, por aconsejarse en esta clase de obras el dar un margen o exceso de espesor en el material empleado, por tratarse de elementos constantemente sometidos a la acción del agua del mar, alternativamente sumergidos y en seco, y en los cuales es precisa una conservación grande y asidua y que en ocasiones no puede hacerse con la constancia y oportunidad requeridas.

Ramón HERNANDEZ MATEOS
Profesor de la Escuela de C., C. y P.

“Mecánica Elástica”, por A. Peña Boëuf

Acaba de publicarse una notable obra de Mecánica Elástica escrita por el reputado ingeniero de Caminos, profesor de la Escuela Especial del Cuerpo, D. Alfonso Peña Boëuf, que seguramente será leída con avidez por cuantos desean estar al corriente de las teorías más modernas de la ciencia del constructor.

Constituye esta obra un tratado de las aplicaciones de los métodos más recientes y perfectos al arte de construir, derivados de la elasticidad.

El autor, que domina la materia, comprende las dificultades que ofrece la asimilación rápida de estas teorías, y con el fin de hacer fácilmente asequible su aplicación en el cálculo de estructuras indeterminadas estáticamente, ha dado a la exposición de esta obra un carácter elemental, sin dejar por eso de abarcar con gran maestría y originalidad multitud de teorías complejas condensadas en lo más sustancial.

En las obras que ha de manejar el hombre de acción, lo interesante es concretar los resultados a que se llega por transformaciones complicadas de cálculo, evitando que en los desarrollos se pierda el interés del problema físico, objeto fundamental de la cuestión. Y esa es la ventaja que se encuentra en esta obra, esencialmente concreta, en la que más que el rigor matemático se busca la rapidez, siempre dentro de la corrección de cálculo de toda obra doctrinal.

Aun en aquellas teorías como la de las placas planas, en que por su dificultad de expresión analítica se requiere el planteamiento de expresiones complicadas, se hace una síntesis todo lo breve que consiente su racional estudio, y considerando la relativa influencia de sus términos, se prescinde de los que afectan poco al

resultado, para llegar a fórmulas de bastante sencillez.

A continuación copiamos los párrafos del prólogo en que el autor hace una somera descripción de cada uno de los capítulos y de los problemas en ellos tratados:

“En ocho capítulos se divide este libro, todos ellos muy breves, constituyendo, los que le siguen, aplicaciones del primero, en que se exponen las teorías fundamentales.”

“Empezamos por exponer, siempre de un modo elemental, la teoría de la Elasticidad, extractando lo sustancial de ella y derivando, por simplificaciones sucesivas, las fórmulas aplicables a las piezas prismáticas, cuyo cálculo queda así reducido a la determinación de las reacciones. A este fin, se incluyen los teoremas de Castigliano, Maxwell y el método abreviado, resultado de prescindir del trabajo normal, que con facilidad resuelven la indeterminación estática en la mayor parte de los casos.”

“El segundo capítulo se ocupa de los arcos, empezando por definir la directriz como antifunicular de las cargas y estudiando en general el cálculo elástico con fórmulas explícitas para los circulares y parabólicos y con trazado gráfico que interprete las ecuaciones para una directriz cualquiera.”

“Los pórticos ocupan el tercer capítulo, en el que gradualmente se van presentando los pórticos rectos, los de cabeza curva y el problema general, terminando por resolver, de un modo sencillísimo, el pórtico curvo con tirante.”

“El estudio de los tubos se desarrolla en el siguiente capítulo, dividiendo en tres partes los géneros de sollicitación: régimen de tracción o compresión exclusiva, fle-