

es tiempo de que nos ocupemos del servicio de mercancías generales, que son las que han de darle vida en lo futuro, y para esto precisa dotarlo de cómodos y amplios muelles, y de todos los elementos auxiliares necesarios, para que el tráfico de dichas mercancías generales sea tan expedito y económico que, al impulso de estas facilidades, se vayan desarrollando las industrias existentes y creándose otras nuevas, basadas en los numerosos e importantes elementos que existen en la zona servida por el puerto, la cual se irá ensanchando a medida que las condiciones de éste sean más perfectas.

2.º Que este fin no puede conseguirse restaurando el muelle provisional de mercancías generales que hoy existe, pues a más de que tal obra sería muy costosa, nunca serviría más que para los buques de poco calado, que poco a poco van desapareciendo ante la competencia de los de alto bordo.

3.º Que los muelles verdaderamente definitivos han de ser de los llamados de ribera, contruidos de fábrica, como los que aquí se proyectaron primero y fueron aprobados por la Superioridad en Agosto de 1880, y de los cuales se desistió ante experiencias practicadas para determinar la resistencia del terreno de fundación, de las que dedujeron que éste no podía resistir el peso de esta clase de construcciones.

4.º Que tanto por no haber sido bien interpretados los resultados de las experiencias mencionadas, como por disponer actualmente el arte de la construcción de recursos que el año 1880 no existían, creemos haber demostrado la posibilidad técnica de levantar aquí muelles de fábrica, toda vez que las dragas que hoy tenemos permiten sustituir el fondo fangoso por otro más resistente, y con el hormigón armado, cuyo uso es ya frecuente, se pueden construir muros de gran resistencia y de poco peso.

5.º Finalmente, que la obra proyectada, lejos de ser más costosa que los muelles de hierro aquí contruidos, es bastante más económica, no sólo desde el punto de vista de su mayor duración y menor gasto de sostenimiento, sino también si se con-

sidera su valor intrínseco, teniendo en cuenta el ensanche del fondeadero y de la zona terrestre que su construcción reportará.

Terminaremos manifestando que la importante cantidad que esta obra representa no puede ser obstáculo para que se autorice su construcción, toda vez que se trata del que es ya segundo puerto de España, desde el punto de vista de su tráfico, y podría ser el primero, fomentando y protegiendo convenientemente los elementos industriales y mercantiles que existen en su zona.

Quando este muelle esté construido y provisto de todo su utillaje e instalaciones complementarias, los importantes dragados que actualmente se hallan en vías de ejecución se habrán terminado, permitiendo que los grandes buques circulen fácilmente por la ría, en cuya orilla izquierda se extenderá una explanada de 5 kilómetros de longitud, formada con los productos del dragado, donde podrán establecerse cuantas Empresas industriales quieran aprovechar estas ventajas.

Huelva tendrá entonces todo lo necesario para que sus privilegiados minerales de azufre, que hoy son exportados hasta países tan lejanos como Australia, puedan ser beneficiados aquí, donde podría establecerse el centro productor de abonos minerales más importante de Europa.

Tampoco habría dificultad material para que el cobre y el hierro de sus minas y el corcho de las extensas dehesas de su zona fueran manufacturados aquí, y entonces bien podría asegurarse que esta región no sólo ganaría enormemente en sus intereses materiales, sino que también su nivel intelectual y moral se elevarían, puesto que el papel un poco depresivo que actualmente desempeña de *cantera de primeras materias*, que otras naciones más adelantadas explotan, se cambiaría en el de *productora* de artículos de gran utilidad que de todas partes serían solicitados.

FRANCISCO MONTENEGRO,
Ingeniero Director de las obras del puerto de Huelva.

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Dique de piedras sobre fajinada del puerto de Rangoon (Birmania inglesa).

Se acaba de verificar en Rangoon la terminación de un dique destinado a proporcionar una importante mejora a su puerto que había venido a ser indispensable desde hacia varios años. Esta obra ha sido construida en condiciones particulares que es interesante señalar, y esto es lo que vamos a hacer extractando el artículo que sobre este asunto publica recientemente M. P. C. en *Le Génie Civil*.

La ciudad de Rangoon, capital de la Baja Birmania inglesa, está situada a 60 kilómetros próximamente del golfo de Martaban, en el Océano Indico, pero posee un puerto importante sobre el río de Rangoon.

Este río está formado por la reunión de los ríos Hlaing y Panhlaing, siendo este último en realidad uno de los brazos del delta del Irranadi, el caudaloso río que atraviesa la Birmania de Norte a Sur.

El río de Rangoon recibe, 5 kilómetros agua abajo de la ciudad, al de Pegu y al torrente de Pazundaung.

Todos estos cursos de agua transportan grandes cantidades de aluviones, y presentan en alto grado los caracteres de los ríos de cauce móvil.

En particular, inmediatamente agua arriba de Rangoon el

río forma un recodo muy pronunciado (fig. 1.ª), estando la población situada en la orilla convexa. El caudal del río es, por término medio, de 10.000 metros cúbicos por segundo y la velocidad de la corriente de 1,20 metros, también por segundo.

Como sucede siempre en casos semejantes, el río tiende constantemente a socavar la orilla cóncava, y al mismo tiempo a depositar grandes cantidades de aluvión en el borde de la orilla convexa. En la figura 1.ª pueden verse los movimientos sucesivos de la orilla cóncava desde 1824.

Esta corrosión continua había dado por resultado alejar cada año más el canal navegable del puerto de Rangoon, y, por el contrario, formarse anchos bancos de arena hacia la orilla izquierda, inmediatamente agua arriba de la población. Por otra parte, la corriente, procedente de la marea, estrechaba aún más el canal, relativamente estrecho agua abajo de Mower's Point, y resultaba una corrosión del fondo del río y el hundimiento de los muelles del puerto, haciendo, además, difícil el anclaje de los buques por las corrientes que se producían durante la marea.

Desde 1880 se habían estudiado diversos proyectos para volver a llevar al río a su lecho primitivo agua arriba de la población. En 1903 se reconoció definitivamente que, si no se obligaba al río a permanecer en su antiguo cauce, por medio de un dique establecido siguiendo la antigua orilla, la destrucción del puerto de Rangoon se verificaría en fecha muy próxima.

A fines de 1907 se decidió la construcción de esta obra y se confió su ejecución a Mr. Buchanau, Ingeniero Jefe del puerto. Las obras han consistido en el establecimiento de un dique que se extiende de Seikgyi hasta las cercanías de Mower's Point, y en el dragado de un canal paralelo al dique.

débil resistencia de la capa superficial, el dique se ha establecido sobre un armazón de fajinas de 70 metros de anchura, recubierto de una capa de piedras de 1,50 metros de espesor, lo que constituye una cimentación resistente.

En efecto, si se hubiesen depositado las piedras directamente

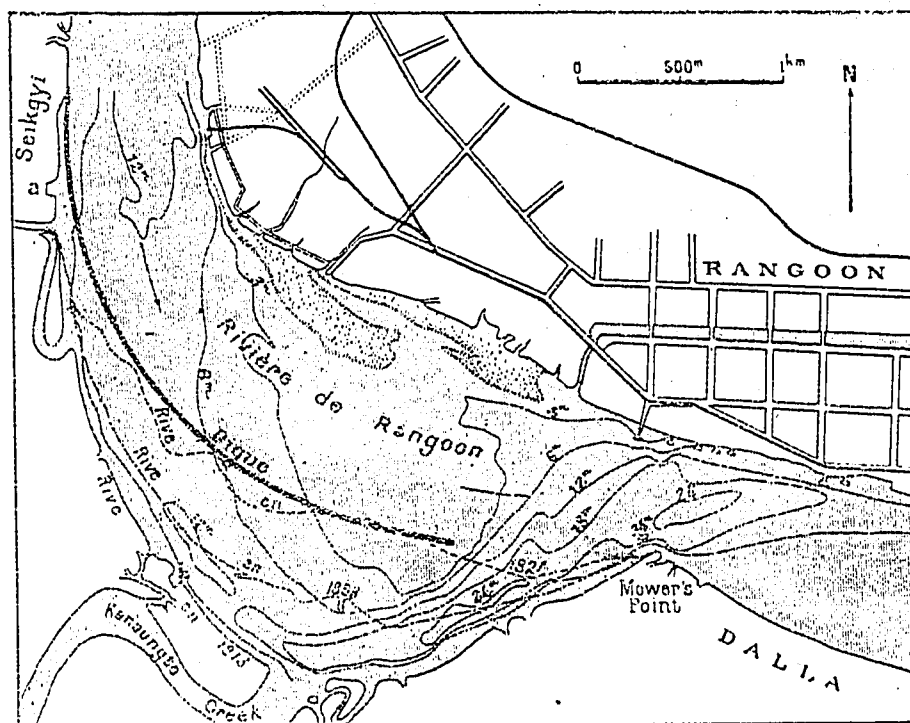


Fig. 1.^a

Explicados así los antecedentes de la obra, pasa el autor a describir el dique. Está éste constituido por un muro que tiene próximamente 2 millas (3.200 metros) de longitud (figs. 1.^a a 3.^a).

La cara del dique del lado del río tiene una inclinación de 2 de base por 1 de anchura; la otra cara tiene una inclinación de 1,5 por 1. En fin, al muro se le ha dado una sobrelevación por tres hiladas verticales de anchuras decrecientes, constituidas por piedras colocadas entre baldosas de cemento armado.

sobre el cauce del río, hubiera podido temerse que cada carga de piedras se hubiera hundido en la arena arcillosa a medida que se fuera echando, lo que hubiera aumentado considerablemente el volumen de piedras que habría tenido que emplearse. La gran longitud que se ha dado a la fajinada (70 metros) ha tenido por objeto formar al pie de la obra, propiamente dicha, una especie de zampeado resistente, que protegiendo la base del dique, dificultaba los hundimientos.

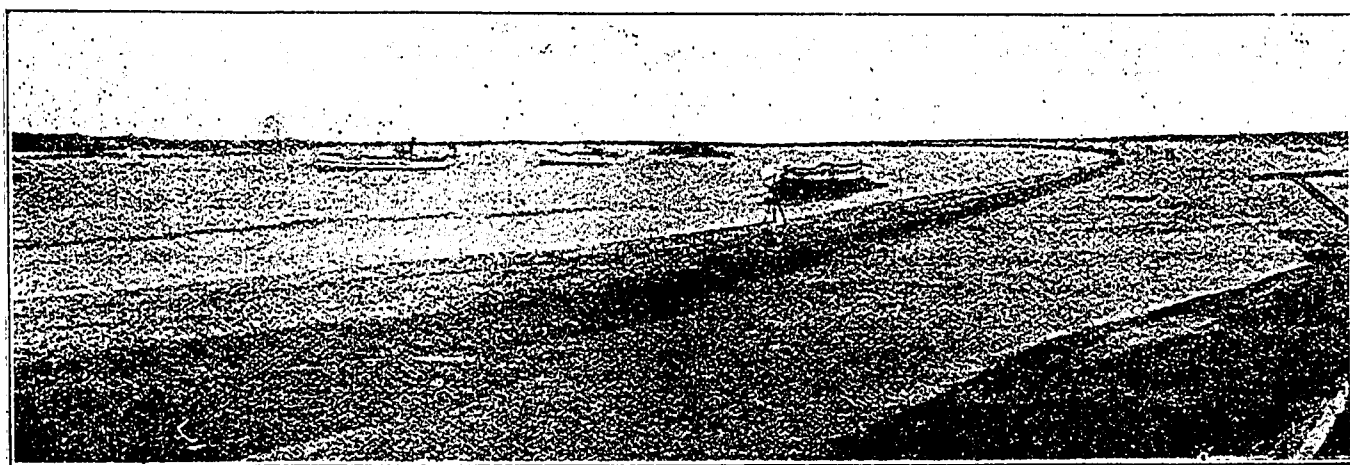


Fig. 2.^a

En el emplazamiento del dique la profundidad media del río era de 15 metros bajo las altas aguas. La obra, en su punto de partida, en Seikgyi, es tangente al borde del río en las altas aguas. Se extiende, primero, en una longitud de 2.600 metros según un radio de 1.800 metros, y se termina por una parte rectilínea, sensiblemente paralela a la orilla izquierda, y dirigida hacia Mower's Point.

El fondo del río está constituido, en el emplazamiento del dique, por un depósito de arena arcillosa de 2 a 3 metros de espesor, debajo de la cual se encuentra un lecho de arena y grava de mayor resistencia. Dadas la movilidad del cauce del río y la

La fajinada se ha constituido por unas especies de capas formadas de haces de ramas; cada capa tenía 38 metros de longitud, 23 ó 24 de anchura y un metro de espesor, y estaba constituida por 20.000 a 22.000 haces, reunidos por bejucos sólidos, de manera de combinar la resistencia con la flexibilidad. Las capas se fabricaban en talleres en pendiente establecidos en la orilla del río, en *a* y en *b* (fig. 1.^a), y se sumergían durante la alta marea. Cada una de ellas debía construirse entre dos mareas y ponerse en el agua en la pleamar; 250 a 300 hombres se empleaban en esta operación, y la duración media de la construcción de cada capa era de siete lioras.

Las capas se llevaban á su sitio por un remolcador de vapor, y, para reducir la resistencia al avance, mientras se remolcaba, se levantaba la parte anterior de la capa por un flotador cilíndrico formado de bambúes, que se quitaba por el remolcador cuando la capa llegaba al sitio que había de ocupar.

Para la inmersión se colocaba cada capa entre cuatro pontones, anclados á una parte y á otra del sitio en que debía ocupar, y dispuestos á lo largo de dos lados opuestos. Cada uno de estos pontones llevaba dos cabrestantes, á cuyos cables se fijaba la capa.

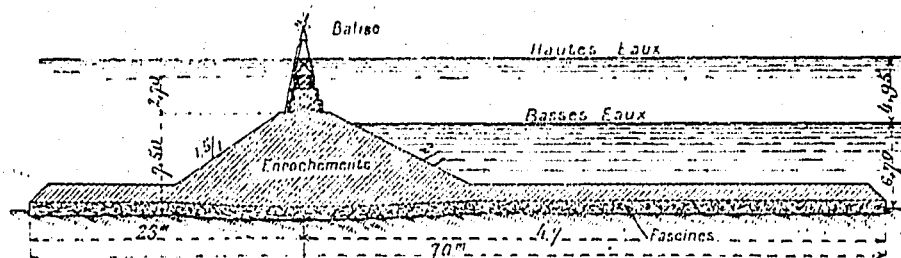


Fig. 3.ª

Cuatro chalanas con 75 hombres, cargadas de piedras, se colocaban entonces en los otros dos lados de la capa, y unos trabajadores echaban las piedras sobre ésta, empezando por la parte central, para terminar hacia las orillas, hasta que la carga de piedras se juzgaba suficiente para producir la inmersión.

Se dejaba entonces descender la capa maniobrando los cabrestantes, y se llevaban dos chalanas por encima de la capa, descargando también, con la mayor rapidez posible, piedras que venían á añadirse á las que se habían echado antes.

La inmersión se efectuaba generalmente durante la pleamar, es decir, cuando la corriente era menos fuerte. Cada capa se cubría con 300 toneladas de piedras, próximamente, realizándose la operación por 120 á 150 hombres; la inmersión duraba veinte minutos.

El emplazamiento del dique se había señalado por pilares de madera, espaciados 150 metros.

Como no se disponía, cerca del río, de las piedras necesarias para la construcción del dique, se tuvo, para procurárselas, que explotar una colina granítica situada en la isla, hasta entonces inhabitada, de Kalaguk, cerca de la costa de Tenasserim, á 220 kilómetros, próximamente, de Rangoon.

La explotación de esta cantera fué una de las partes más importantes de la empresa, empleándose en ella 1.000 hombres, aproximadamente, y haciéndose difícil por el clima pernicioso de la isla, sobre la cual, principalmente, cae 6,60 metros de lluvia de Mayo á Noviembre.

El herramental adoptado se componía de aparatos con chorros de agua bajo presión para quitar la tierra que cubría la piedra explotable y de perforadoras de aire comprimido para la explotación del granito.

El granito se transportaba en barcos-tolvas con sendas capacidades de 1.000 toneladas. Se estableció una estación de embarque á 200 metros de la costa de la Isla, á la cual estaba unida por un transportador funicular. Otro transportador que tenía un extremo fijo y otro movable, de manera de poder seguir la explotación, llevaba las piedras desde la cantera al origen del primer transportador.

Un barco de 1.000 toneladas se cargaba así en diez horas, enviándose á Rangoon uno cada día por término medio. La cantidad de granito empleado fué de 1.500.000 toneladas.

Los barcos-tolvas se llevaban directamente hasta el punto en que habían de utilizarse las piedras, es decir, encima de la fajinada ya sumergida, y allí se abrían las puertas de las tolvas y caían las piedras sobre el dique en construcción. Claro es que este procedimiento no se podía emplear para la parte superior del dique y en este caso tenían que colocarse las piedras á mano, después de haberlas descargado de los barcos-tolvas sobre chalanas especiales.

El proyecto primitivo preveía que la coronación del dique estaría á metro y medio solamente por encima de las bajas aguas, pero bien pronto se vió que este nivel era demasiado bajo, y se decidió darle una mayor elevación de 2,70 metros, para lo cual se dispusieron sucesivamente sobre la construcción tres dobles hileras de placas de cemento armado, de 90 centímetros de altura cada una, mantenidas por tirantes oblicuos que unían las placas opuestas de cada doble hilera (fig. 4.ª) rellenándose su intervalo con piedra partida.

Delante del dique, desde su construcción estuvo bastan-

te adelantada, se efectuó un dragado destinado á profundizar el canal, por medio de una draga capaz de elevar 4.000 toneladas de arena arcillosa por hora, á la profundidad máxima de 17 metros, descargándolas por una cañería de 900 metros de longitud, detrás del dique; pero se advirtió, al cabo de cierto tiempo, que el dragado era inútil, porque el canal se profundizaba por la acción corriente, por lo cual dejó de emplearse la draga. El espacio comprendido entre el dique y la orilla se terraplenó por sí mismo, á razón de 90 centímetros por mes, próximamente. La superficie que así se ganará (fig. 1.ª) vendrá á ser de 120 hectáreas.

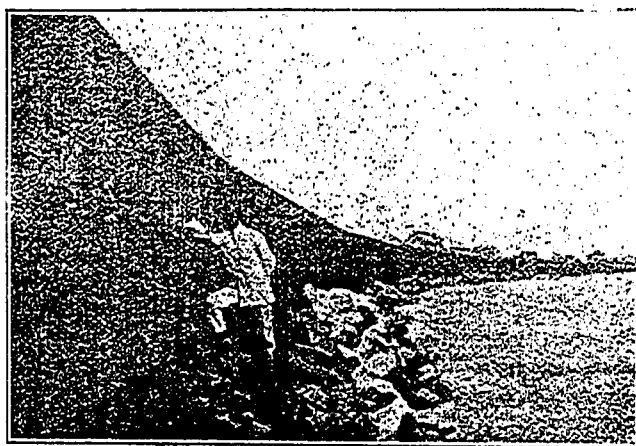


Fig. 4.ª

Termina el artículo mencionado diciendo que las obras se han ejecutado por administración, por la Dirección del puerto de Rangoon. El presupuesto primitivo era de 25 millones de francos, y la fecha señalada para su conclusión la de Diciembre de 1915. Las obras se han terminado en el pasado mes de Abril y han costado 23 millones, á pesar de la mayor elevación que se ha dado al dique, de los cuales, 2.575.000 francos corresponden á las fajinadas y 8.400.000 á las piedras. Ha durado su construcción exactamente cuatro años y han trabajado en ella, por término medio, 2.500 hombres.

Las calzadas de asfalto.

A diferencia del asfalto comprimido que necesita de una preparación al pie de obra, las especies de asfalto siguientes pueden emplearse tales como se compran, según manifiesta el *Strassenbau*, del que tomamos esta nota.

El pavimento con baldosas de asfalto se coloca directamente sobre el asiento de hormigón, sin ligazón alguna; este embaldosado cuesta próximamente 8 marcos (10 francos) el metro cua-