

OBRAS DE PUERTOS.

DESCRIPCION DE LAS EJECUTADAS EN EL PUERTO
DE HOLIHEAD.

Lámina 164.

La ventajosa situacion que tiene el puerto de Holihead por su avanzada posicion en el mar de Irlanda y en la línea directa de Londres á Dublin, si bien bajo el punto de vista comercial es de un interes secundario, ha hecho que á espensas del gobierno ingles se hayan ejecutado obras de gran importancia para crear un puerto de refugio destinado principalmente al servicio de los vapores-correos.

Muchos estudios y proyectos se hicieron antes de decidirse respecto á las direcciones mas convenientes que deberia darse á los espigones ó rompe-olas, emprendiéndose por fin las obras bajo un plan que se modificó durante el curso de su ejecucion, pero en 1856 quedó adoptado el proyecto que vamos á indicar, concluido á fines del año último.

El nuevo puerto está situado al N. O. del antiguo (fig. 1.^a). Se compone de dos grandes espigones de escollera coronados con un muro de defensa, de silleria y mamposteria.

El primero de una longitud total de 2.406 metros representado en ABCD, está situado al N. y resguarda el nuevo puerto de los vientos del N. y del N. O., es el mas importante, cierra una parte de la antigua rada y forma el *puerto de refugio*.

El segundo EFG colocado al S. del precedente y al E. del puerto, le resguarda de los vientos en esta direccion que son menos peligrosos que los primeros, pues no vienen de alta mar; está destinado al atraque y amarradero de los vapores-correos, formando así el puerto destinado á dicho servicio.

La obra mas importante terminada ya como hemos dicho es el espigon del N. que sirve tambien de muelle; arranca de la costa por medio de una gran plataforma AB de 250 metros de longitud y 75 de ancho, formada de dos muros laterales; á esta se enlaza el espigon

compuesto de una masa de escollera hasta las bajas aguas y de un muro de silleria tosca construido sobre dicha escollera. Vamos á describir los medios que se emplearon en la ejecucion de esta obra notable.

La piedra se ha sacado de la montaña inmediata M, situada á 1.200 metros de la plataforma de arranque, la cual está formada de una roca arenisca y cuarzosa muy dura y agrietada, lo que ha facilitado mucho la explotacion; cada metro cúbico pesa 2.750 kilogramos.

El frente de las canteras (fig. 2) tenia 600 metros de longitud por 50 de altura subdividido en dos pisos, el inferior de 20^m y el superior de 30. Los barrenos se han dado utilizando las grietas de la manera siguiente: en la direccion de aquellas se abrian dos pozos P de un metro de lado y de la profundidad suficiente para llegar á la masa compacta; en la misma direccion y horizontalmente se practicaban dos galerias Q en forma de T de 1^m,50 de altura y 1^m de ancho, y en sus extremos se abrian nuevos pozos R, hasta que el fondo de estos quedase algo mas alto que la línea AB de separacion de los dos pisos; en seguida se practicaban las cámaras para la pólvora.

En el piso inferior se ejecutaba la misma operacion, con la diferencia de que los pozos se convertian en galerias horizontales, abiertas á la altura de 2^m, en los extremos de las cuales se continuaban los mismos taladros.

En seguida por medio de la electricidad se daba fuego á los ocho barrenos, y con 5.000 kilóg. de pólvora se han obtenido sobre 15.000 metros cúbicos de escollera, cuyas dimensiones variaban desde los detritus mas pequeños hasta bloques de 8 metros cúbicos que pesaban hasta 22 toneladas.

Numerosas vías partian de las canteras M en todas direcciones, enlazándose por medio de placas giratorias, hasta reducirse á tres solamente que llegaban á la plataforma AB, donde se subdividian de nuevo en otras cinco por medio de cambios de vía, las cuales seguian en la direccion y á lo largo del espigon sobre un andamiage especial de que vamos á ocuparnos.

La profundidad del agua en la direccion del espigon respecto á la linea de baja-mar, variaba desde 4^m hasta 16, y como las vias tenian que estar 11^m sobre dicho nivel, la altura del andamio variaba desde 15 hasta 27 metros (fig. 5.)

Este se componia de 250 palizadas ABC (fig. 4) distantes 9^m,14 de eje á eje, sosteniendo cinco filas de dobles largueros *a a'*, en donde se apoyaban los carriles. Cada palizada estaba formada (fig. 5) de cinco pies derechos, separados 10^m de eje á eje y correspondiendo cada uno al centro de una via. Para obtener mayor estabilidad en el sentido trasversal, se reemplazaba uno de los pies derechos por dos inclinados, reunidos por su parte superior, como se indica en la figura 5 para el pie derecho del centro, pero este iba variando en cada palizada y recorriendo sucesivamente las cinco posiciones.

Los pies derechos se componian de dos piezas de 0^m,55 de escuadria formando una sola de $\frac{0^m,70}{0,55}$ empalmándolas á rayo de Júpiter y despues acopladas con pernos y pasadores. En su extremo superior se colocaban por sus caras mayores dos piezas *a b*, *a' b'* (fig. 6) que habian de servir despues de cepos á los cabezales *a b c* (fig. 5). Para aumentar aun la resistencia de los pies derechos, se acoplaban en su medio y en una longitud de 9^m,14, las dos piezas triangulares que resultan de aserrar una viga de 0^m,55 de escuadria, segun su diagonal (fig. 7) y se sujetaban con pasadores y tornillos; y por último, para que al colocarlos en obra no se introdujesen en el fondo, se atornillaban á su extremo inferior cuatro piezas en forma de cuña (fig. 8) para que tuviesen mas base.

Cuando se trataba de colocar una nueva palizada para prolongar el andamio ó puente de servicio, se empezaba por mandar un hombre con su *scafold* al fondo del mar, en el sitio en que se iba á establecer; por medio de una embarcacion y una sonda se le señalaba el punto á donde tenia que venir á parar cada pie derecho y se media la altura exacta que debia tener; con este dato se prepara-

ban en la montea y en seguida se remolcaban con un vapor al sitio que habian de ocupar, que era á la cabeza ó extremo del andamio, allí estaban dispuestas cinco gruas, una en cada via (figura 4) que suspendian los cinco pies derechos y los colocaban en los puntos correspondientes. Con el objeto de que al ser suspendidos se colocasen en la posicion vertical, se lastraban sus extremos inferiores con dos cajones A A' (fig. 9) llenos de cascajo. Terminada esta operacion se ligaban unos con otros y á la última palizada con piezas provisionales, para mantenerlos en su posicion relativa y verticales, pasando en seguida á colocar las demas piezas y á terminar el nuevo tramo, con sus vias, cabeceros, largueros, etc.

Los trasportes se hacian por medio de wagones de báscula, arrastrados con locomotoras, y para cargar los bloques de grandes dimensiones se emplearon gruas locomóviles.

Cada tren compuesto de cuatro wagones, cargaba término medio cuarenta toneladas; al pasar por una de las vias en que habia un puente báscula, se anotaba el peso útil, conociendo de antemano el peso de los wagones, que estaban numerados. Por este sistema se arrojaron diariamente al mar 4.500 toneladas, ó 1.600 metros cúbicos próximamente con 1.400 trabajadores.

El material empleado en este trabajo fué de 48 kilómetros de carriles.

9 locomotoras.

50 gruas locomóviles.

250 wagones de báscula.

La gran facilidad del transporte de los materiales, debida á la proximidad de las canteras, el enlace del espigon con la costa y la construccion del puente de servicio, permitieron emplear un procedimiento muy sencillo para la construccion del espigon. Esta ha consistido en arrojar simultáneamente todos los materiales, tales como los suministraban las canteras, desde las piedras mas pequeñas hasta los mayores bloques que se podian cargar en los wagones, formando así una sola masa homogénea, desprovista de envolvente, dejando á la accion del mar la formacion de los taludes naturales.

Así se obtuvo una masa compacta de escollera. La única objeción que se ha presentado, es que no puede haber estabilidad, por entrar en gran proporción en su superficie materiales de pequeño y de mediano tamaño; pero este es un punto que solo la experiencia puede decidir, á pesar de que observados con cuidado los trozos contruidos hace años, conservan gran firmeza y estabilidad.

Para hacer el espigon se arrojaban desde lo alto de las cinco vías del puente ó andamio de servicio, los materiales conducidos por los wagones, formando así montones de piedras que rodeaban á los pies derechos y formaban el talud natural, como se indica en la fig. 5. Mientras la parte superior no llegaba á la altura de 5^m,06 debajo de la línea de baja mar, límite bajo el cual la acción de las aguas es casi nula, la escollera correspondiente á cada vía toma un talud de 1 por 1 y la forma general indicada en la fig. 5. Si esta operación se hiciese en agua tranquila, conservaría la misma figura á cualquiera altura; pero á medida que la escollera se va elevando, el talud exterior se alarga mas que el interior, por efecto de la acción del mar, pues el mismo espigon va produciendo del lado del puerto una tranquilidad relativa.

Se continuó vertiendo la escollera hasta llegar al piso del andamio, procurando verter la mayor cantidad por las tres vías del lado del mar, para compensar el alargamiento del talud, siguiendo así hasta que la línea de baja mar A B (fig. 10), encontrase al talud C D B E en un punto B que distase 45^m,42 del eje M N del puente de servicio. Entonces el perfil que se trataba de dar al espigon, estaba terminado, cualquiera que fuese la forma de su parte superior.

En efecto, lo que se trataba de conseguir, era que despues de construido el muro *abcd*, desde su pie E empezase ó arrancara el talud E B D C; pero este resultó ser, por las observaciones hechas, de $\frac{1}{8}$ y como la altura del punto E sobre la línea de baja mar A B es de 6^m,65, la distancia horizontal del eje del andamio M N al punto B será, llamándola D

$$D = 6.65 \times 8 - 7.62 = 55.04 - 7.62 = 47.42.$$

Por el lado interior ó del puerto se arrojó escollera hasta que su parte superior, á la derecha de la vía número 5, llegó á la altura de la plea mar de aguas muertas.

La línea de puntos de la fig. 10 indica el perfil que se obtenia al acabar de arrojar la escollera y cuando la acción del mar habia producido todo su efecto sobre la escollera, haciéndola tomar el talud C D B E, y las líneas llenas el perfil definitivo.

La fig. 11 representa un perfil acotado del muro en la cabeza del espigon. Está cimentado directamente sobre el macizo de escollera 0^m,50 mas alto que la línea de baja mar, y la parte superior está 5^m,86 sobre las plea mares de equinoccio, por el lado del puerto se ha agregado un terraplen de cascajo revestido de piedra con un talud de 1 por 1, dejando una banqueta de 6^m,10 de ancho, al nivel de la plataforma A B (fig. 1). En el trozo de muro superior á la banqueta se han practicado una serie de huecos destinados para almacenes, dependencias y oficinas del puerto, y de esta banqueta arrancan perpendicularmente á su dirección un cierto número de muelles para el atraque, carga y descarga de los barcos.

Para construir el muro se deshizo el puente de servicio en la parte que ocupaban las vías 4 y 5, dejando las otras tres por si hubiera sido preciso aumentar la escollera del exterior antes de acabar las construcciones.

La parte superior del espigon en donde habia que practicar la zanja, afectaba una forma irregular; tal como la indicada en A B C D (fig. 12), se empezó, pues, por colocar una vía X con una grúa locomóvil en la dirección longitudinal correspondiente y próxima al eje del muro, para abrir la escavación en el sitio que habia de ocupar aquel. Los materiales de grandes dimensiones se ponian en el lado derecho M N, y los pequeños se echaban en el talud interior. A medida que el trabajo se continuaba se seguia la vía X con una pendiente de $\frac{1}{50}$ lo que permitia en cada marea subir la grúa encima de la plea mar. Se siguió así hasta llegar al plano horizontal P Q, situado 2^m,50 so-

bre la baja mar, entonces se estrechó la zanja, dejando dos banquetas para establecer el puente de servicio.

Este puente se componia (figs. 12 y 13) de dos palizadas E y F separadas entre sí 15^m,50 de eje á eje y coronadas cada una de un doble larguero *ab* sosteniendo un carril cada uno. En el interior de la palizada F habia una serie de caballetes *g* apoyando dos largueros, sobre los que se colocó una vía de 2^m,20 de ancho, unida á las vías de las canteras y sirviendo para la circulacion de los wagones que conducian los materiales á la obra.

La vía de 15^m,50 sostenia una grua móvil, en la que se habia establecido otra vía para sostener una locomóvil, que además de comunicarse el movimiento á sí misma, lo hacia á un poderoso torno T montado sobre el mismo bastidor que la máquina M.

El muro se construyó con sillares de uno, dos y hasta tres metros cúbicos, escediendo muchas veces de estas dimensiones y pesando hasta 10 toneladas. Los bloques empleados en el paramento del lado del puerto, están desbastados únicamente, los del exterior se colocaron sin mas condicion que sus caras de junta tuviesen el mayor contacto posible, pero tal como salian de las canteras, lo cual da á la obra un aspecto rústico. Los huecos se han llenado con mampuestos y mortero, gastándose únicamente 0^m,15 de este material por metro cúbico de obra.

Solo con los poderosos medios que hemos indicado es posible ejecutar un muro con materiales tan enormes. La manera de emplearlos fué la siguiente: la grúa móvil RS se conducia hasta el plano vertical que pasaba por el sitio en que se iba á sentar el sillar, el cual estaba cargado ya en un wagon W y dispuesto debajo del torno T, para lo cual este que iba montado en la locomóvil M se corria sobre el carril de la grúa RS hasta ponerse encima del wagon, en seguida se suspendia el sillar ó bloque. se movia la máquina M hasta el punto en que se habia de sentar el sillar, y aflojando el torno venia á parar al sitio conveniente.

Los morteros empleados en el muro han

sido de tres clases clasificados con los números 1, 2 y 3.

Mortero número 1.

2 partes de cal hidráulica.	} Se empleaba hasta la altura de 5 ^m á contar desde la base del muro.
1 de puzolana de Italia.	
3 de arena.	

Mortero número 2.

5 partes de cal hidráulica.	} Se empleaba hasta 6 metros sobre la altura anterior ó 2 ^m ,75 sobre las altas mareas.
1 de puzolana.	
8 de arena.	

Mortero número 3.

1 parte de cal hidráulica.	} Para el resto de la mamposteria.
3 de arena.	

No se emplearon cementos porque la construccion se hacia en agua tranquila al abrigo de la masa de escollera, y el pronto fraguado de los morteros no era condicion indispensable para la buena ejecucion de las obras.

Para la fabricacion del mortero se emplearon tres aparatos de los comunes, movidos por una máquina de vapor de 15 caballos, dando 20 revoluciones por minuto y produciendo cada aparato 3 metros cúbicos de mortero al día.

DIQUE FLOTANTE DE HIERRO

CONSTRUIDO EN INGLATERRA PARA EL GOBIERNO ESPAÑOL.

Lámina 166.

Los diques flotantes estan destinados, como sabemos, para recibir los barcos que deben ser reconocidos y reparados, evitando los inmensos gastos que tienen los diques secos, donde es preciso extraer el agua con enormes gastos. Con este sistema se consigue elevar con facilidad un barco y quitarle de la influencia del oleage, conteniéndole en una construccion resistente en donde pueda observarse el casco y hacer con comodidad todas las reparaciones que sean necesarias.

Mr. Rennie, constructor inglés, tan co-

PUERTO DE HOLIHEAD.

Fig. 1.^a - Plano general.

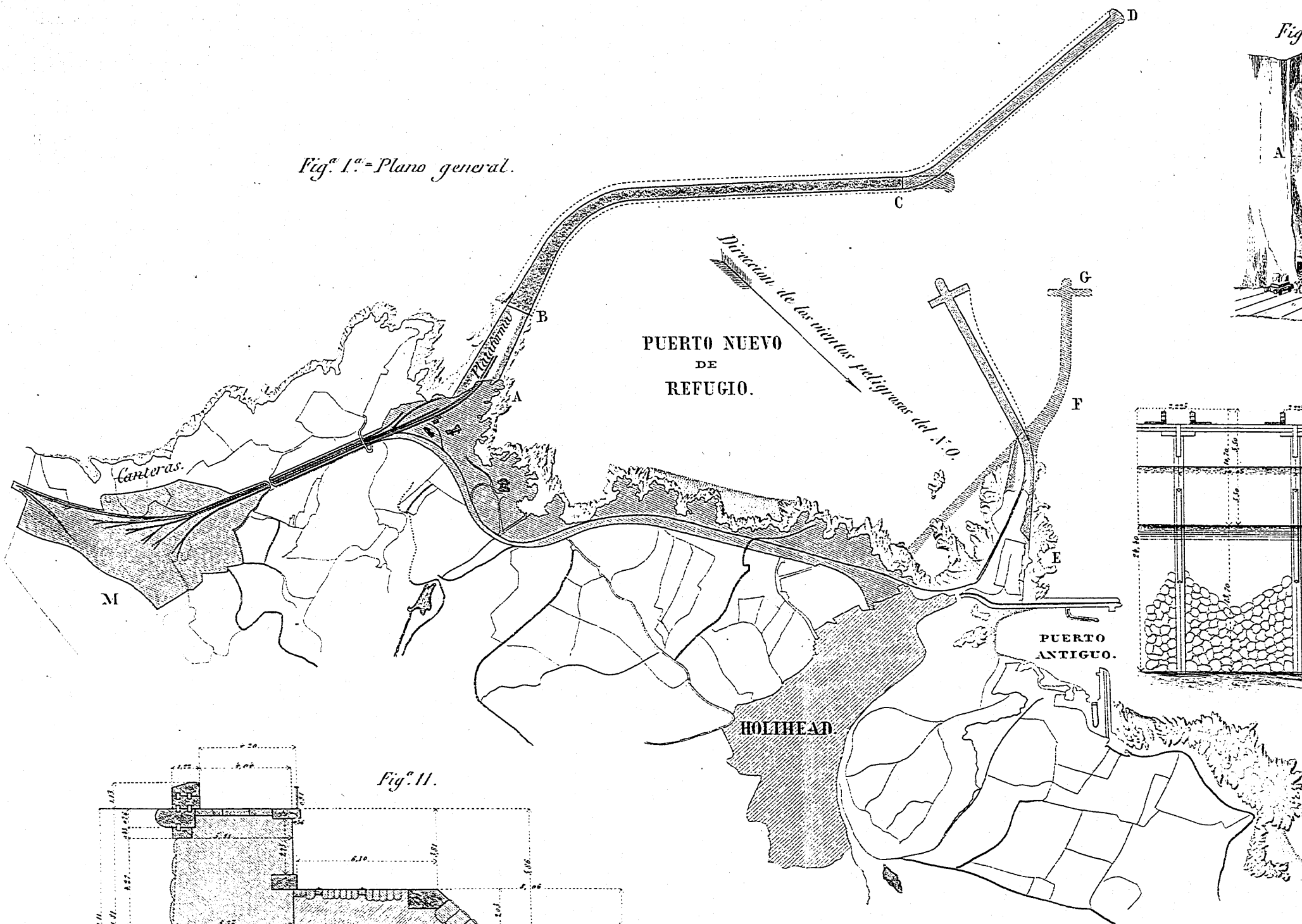


Fig. 2. - Frente de las canteras.

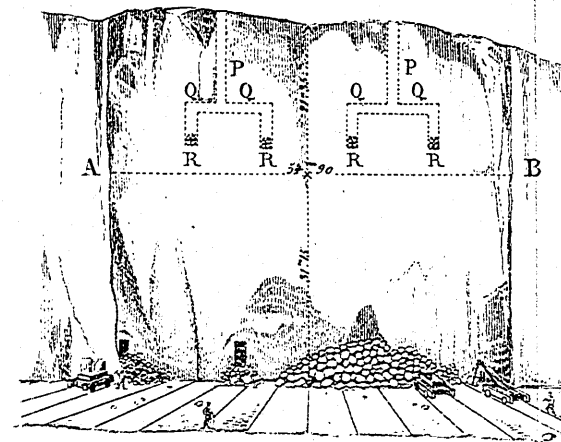


Fig. 3.^a

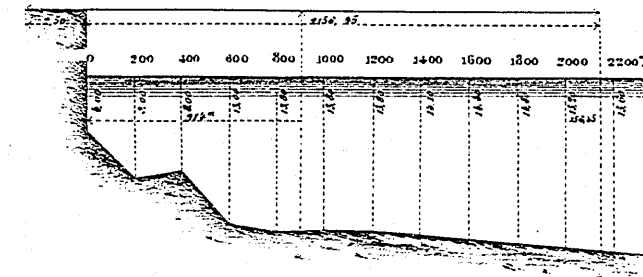


Fig. 4 - Croquis de la grúa y puente de servicio.

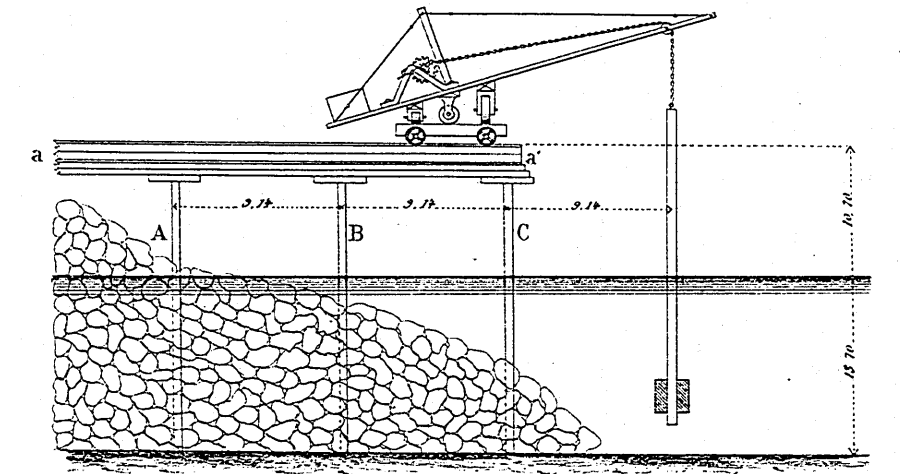


Fig. 5.

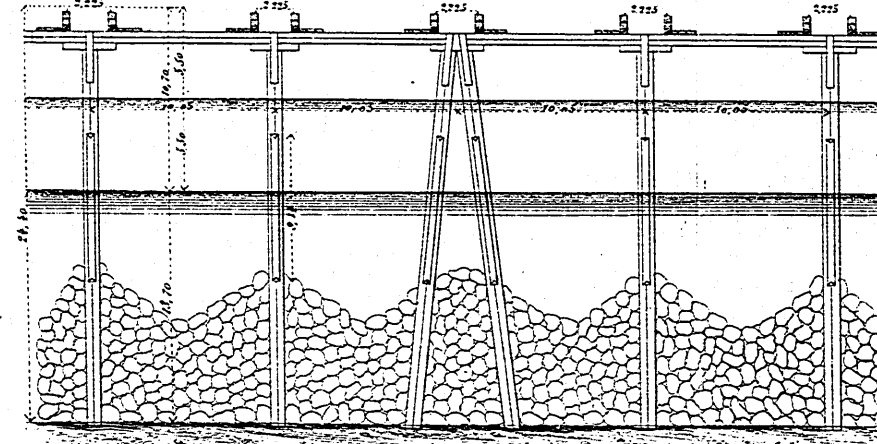


Fig. 6.

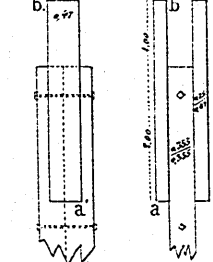


Fig. 7.



Fig. 9.

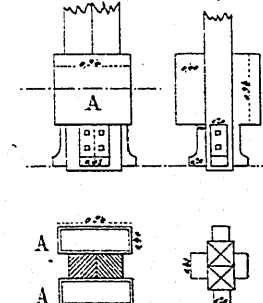


Fig. 8.

Fig. 10.

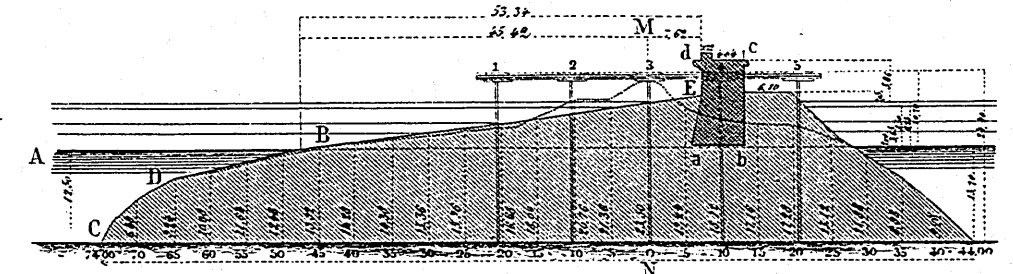


Fig. 13.

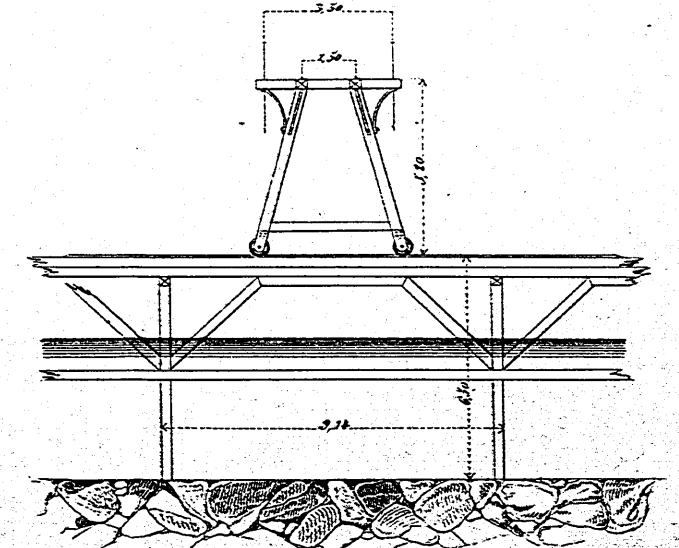
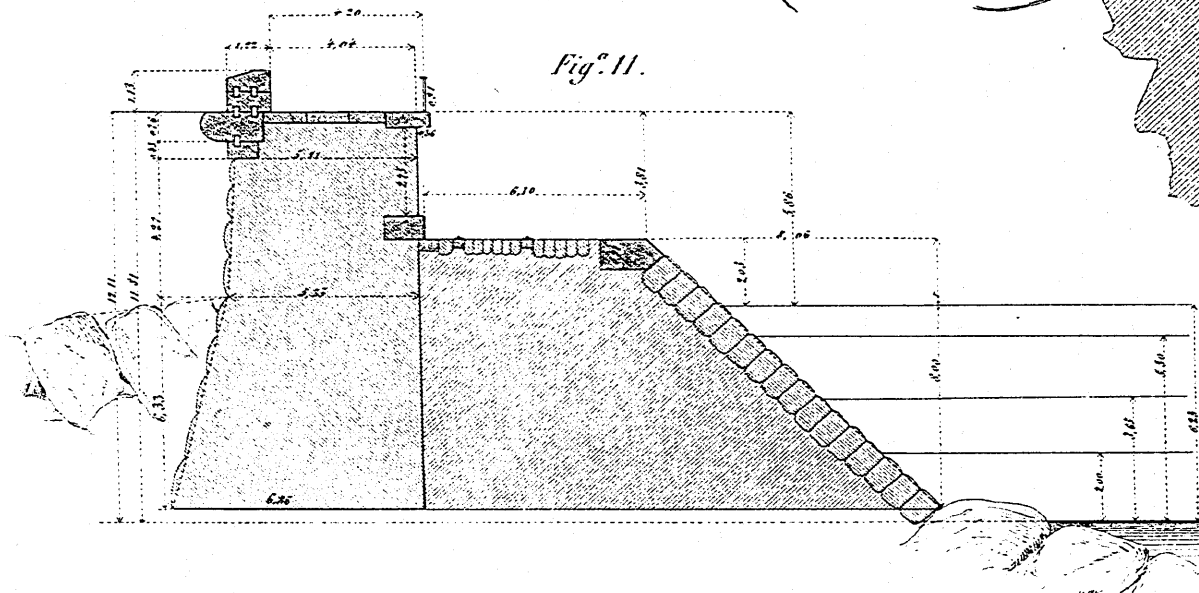
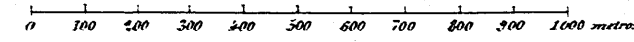


Fig. 11.



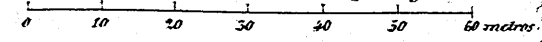
Escala de $\frac{1}{1000}$ para la fig. 1.^a



Escala de $\frac{1}{1000}$ para la fig. 5.



Escala de $\frac{1}{1000}$ para las fig. 2 y 10.



Escala de $\frac{1}{100}$ para las fig. 6-7-8 y 9.



Escala de $\frac{1}{200}$ para las fig. 11-12 y 13.

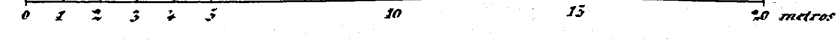


Fig. 12.

