

de manera que, empezándose todos los ataques á la vez, se concluyan todos los trabajos al mismo tiempo.

Estudiemos, pues, por separado cada una de estas cuestiones.

Determinación de los puntos de ataque en virtud de la forma del terreno.—El examen del perfil longitudinal, sirve desde luego para fijar el tiempo mínimo de la duración del trabajo, é indica asimismo que en cierta parte del perfil es imposible colocar pozos, toda vez que de hacerlo se necesitaría más tiempo para perforarlos que para construir el túnel mismo.

El perfil longitudinal de un túnel es de forma muy variable; sin embargo, es muy usual que dichos perfiles afecten como forma de conjunto la figura de un triángulo ó la de un cuadrilátero, que puede reducirse sensiblemente á la de un trapecio, como indican las figuras 2.^a y 3.^a de la lámina 127. En este caso, la figura del perfil longitudinal nada dice respecto al número y situación de los puntos de ataque, y puede afirmarse que este número depende principalmente de las demás condiciones que hemos dicho deben tenerse presentes al resolver este problema.

Pero además de estas dos formas generales de perfiles, existen varias otras que, por decirlo así, resuelven ellas mismas el problema: tal sucede en las figuras 4.^a y 5.^a de la lámina 127, en que los puntos *p* constituyen posiciones designadas de antemano, si satisfacen además á las condiciones geológicas de que luego hablaremos, y si su distancia á la boca más próxima ó al ataque intermedio más cercano les permite ser utilizados de una manera sensible, construyendo por ellos un trozo apreciable de galería de túnel.

(Se continuará.)

MEMORIA

QUE MANIFIESTA

EL ESTADO Y PROGRESO DE LAS OBRAS DE MEJORA DE LA RÍA DE BILBAO

DURANTE EL AÑO ECONÓMICO DE 1890 Á 1891

PUERTO EXTERIOR

Dijimos en las Memorias anteriores que, por Real orden de 25 de Octubre de 1888, fué adjudicada á D. Félix Allard la contrata del rompeolas, que constituye la obra fundamental del puerto exterior, en la cantidad de 20.476,964 pesetas, ó sea con una baja de 8 por 100 próximamente, respecto al presupuesto de 22.257.571 pesetas y 47 céntimos, que sirvió de

base á la subasta, contrata que poco después fué transferida con la competente autorización á la Sociedad Coiseau, Couvreur fils y Félix Allard. Vimos también que, durante el año económico de 1888 á 1889, habian hecho los contratistas gran parte de los trabajos auxiliares necesarios para dar principio á la construcción del basamento de escolleras, tales como la preparación de canteras, construcción de vías férreas desde ellas hasta la ría, construcción de un cargadero provisto de sus grúas de vapor correspondientes, establecimiento de un taller para reparaciones del material, etcétera, que, juntamente con el material de locomotoras, vagones, grúas para las canteras, gánguiles, etc., que fueron adquiriendo sucesivamente, les puso en aptitud de empezar, el día 8 de Julio de 1889, la construcción del basamento del rompeolas; siendo de advertir que, si bien durante el año económico de 1889 á 1890 no llegaron á efectuar la cantidad de escollera que el pliego de condiciones exige, á causa principalmente de no haber podido ultimar los contratistas, tan pronto como fuera de desear, los expedientes de ocupación temporal de varias canteras, ya desde el mes de Abril de 1890 empezaron á exceder del término medio mensual de 25.000 toneladas que era necesario para que, á partir del segundo año de la contrata, que empezaba á contarse en 25 de Octubre de 1889, se arrojaran 300.000 toneladas anuales, conforme se exigía en el pliego de condiciones facultativas del proyecto aprobado, así es que la diferencia resultante durante dicho año no fué muy grande. Basta, en efecto, tener en cuenta que la cantidad de piedra que se arrojó en el año económico de 1889 á 1890 fué de 207.094 toneladas, y como el expresado pliego sólo exigía la ejecución de 30.000 toneladas en el primer año de la contrata, que terminaba, como hemos dicho, á fines de Octubre de 1889, atendiendo á que la mayor parte de dicho año se había de emplear en trabajos preparatorios, y un promedio de 25.000 toneladas mensuales de allí en adelante, resultaba que, para cumplir dichas condiciones, se necesitaba que hubieran arrojado al finalizar dicho año económico $30.000 + 8 \text{ meses} \times 25.000 = 230.000$, en vez de las 207.094 expresadas; de modo que el retraso en las escolleras en 30 de Junio de 1890 era tan sólo de 22.906 toneladas.

Durante el año de 1890 á 91 objeto de esta Memoria, ha continuado este género de obra con la actividad misma que había alcanzado durante los meses últimos del año anterior; así es que, no obstante el tiempo que se pierde durante los temporales, se han arrojado entre las tres clases de escolleras 327.810 toneladas, en vez de las 300.000 prescritas en condiciones, y cuya diferencia ha venido á compensar con exceso el déficit del año anterior.

En el orden de ejecución de las obras del rompeolas, sigue á las escolleras ordinarias, que constituyen el cuerpo inferior del basamento, enrasado

á 6 metros debajo de bajamar equinocial, el superior, formado de bloques artificiales de 30 y 50 metros cúbicos, arrojados á modo de escollera, y que ha de llegar hasta el nivel de dicha bajamar; consignándose en el pliego de condiciones que, durante el segundo año de la contrata, se debía organizar el taller de bloques artificiales y fabricar en él los necesarios para la mitad de la campaña del siguiente año, durante el cual debían ponerse en obra 37.000 metros cúbicos de bloques artificiales. En cumplimiento de esta prescripción, y como, según hemos dicho, empezaba á fines de Octubre de 1889 el segundo año de la contrata, organizaron los contratistas, durante el año económico de 1889 á 1890, el taller de bloques artificiales con su correspondiente maquinaria, que empezó á funcionar en el mes de Agosto de 1890; y si bien, al terminar el mes de Octubre siguiente, no tenían fabricados el volumen de bloques que las condiciones exigían, véase, por la marcha de los trabajos, que alcanzarían pronto el resultado expresado.

El volumen de bloques fabricado durante el año económico objeto de esta Memoria, se eleva á 24.610 metros cúbicos; siendo de advertir que, por haberse llenado con ellos todo el taller de bloques antes de que estuvieran dispuestos la maquinaria y demás medios auxiliares para su transporte, estuvo paralizada algunos meses su fabricación.

El transporte y colocación en obra de los indicados bloques empezaron el día 23 de Abril último, desde cuya fecha hasta fin de Junio, ó sea en poco más de dos meses, se han puesto en obra 11.620 metros cúbicos de bloques; de donde se deduce que, con los medios auxiliares que han instalado los contratistas, tienen sobrada potencia para colocar en obra anualmente los 37.000 metros cúbicos que el pliego de condiciones exige, por más que durante el invierno no podrá hacerse proporcionalmente tanto trabajo como en los meses expresados; así es que, lo mismo que ha sucedido con la escollera, es de esperar fundadamente que se ganará pronto el pequeño retraso que en la obra de que tratamos se observa, y que en adelante se ejecutará anualmente mayor volumen que el señalado en condiciones

Como en las inmediaciones de la costa de donde arranca el rompeolas se descubre en bajamar viva una zona de 60 metros de anchura próximamente, y, en otra adicional de unos 70 metros, no llega la profundidad á 6 metros respecto de aquella bajamar, la construcción de las escolleras ordinarias se empezó en el límite de esta última, ó sea á 130 metros próximamente de distancia del pie del escarpe de la costa, extendiéndose actualmente la escollera de 3.^a clase hasta el término de la primera alineación del rompeolas, ó sea á 950 metros del escarpe, mientras que la de 2.^a clase, que envuelve á la de 3.^a, avanza ya hasta 750 metros del mismo origen. En cuanto á la de 1.^a clase, que tiene por objeto la formación de la banqueta

exterior, si bien se ha arrojado poca en concepto de tal, ha ido bastante de ella mezclada con la de 2.^a, y abonada como si fuera de esta clase, según prescribe el pliego de condiciones cuando van mezcladas, teniéndose la precaución de vaciar aquellos gánguiles que llevan bastante escollera de 1.^a en el lugar que ha de ocupar dicha banqueta, con lo cual se economiza la diferencia de precio entre una y otra clase de escollera, sin inconveniente alguno para la obra, como la experiencia nos tiene enseñado.

Los bloques artificiales han empezado á arrojar-se á partir del punto donde la profundidad á bajamar equinocial pasa de 3 metros. Al principio, y hasta llegar á la de 6 metros, descansan sobre el fondo de roca que allí se encuentra, pero en adelante se apoyan sobre las escolleras.

En cambio del pequeño retraso expresado en la fabricación y empleo de los bloques artificiales, que forman el cuerpo superior del basamento, y que, como hemos dicho, se compensará pronto en adelante, los contratistas han dado principio á la construcción de la superestructura de la obra, que en el pliego de condiciones no se exige hasta el quinto año de la contrata, esto es, á partir de fines de Octubre de 1892, habiéndose construído durante los meses de Abril, Mayo y Junio últimos, á partir del escarpe de la costa y sobre las rocas que en bajamar se descubren, una longitud de 21 metros, que alcanza en su mayor parte el nivel de 7 metros sobre bajamar equinocial. Esta obra, que se construye con paramentos de sillería y macizo interior de mampostería muy hidráulica, y que se continuará con macizo de hormigón en adelante, forma el arranque del rompeolas, y la unión de éste con la carretera que desde la población de Santurce se ha construído. En su parte superior se proyecta instalar el aparato que ha de servir para la construcción de la superestructura del rompeolas propiamente dicho, á partir de la próxima campaña, en que empezará á avanzar por delante de las rocas que en bajamar se descubren. El expresado aparato, que los contratistas tienen en construcción, consistirá en un carro plataforma volante, especie de *Titán*, formado de dos vigas armadas de hierro laminado debidamente entrelazadas, y que, apoyándose sobre la parte ya construída, vuela 20 metros, obteniéndose su estabilidad mediante el gran peso que tendrá la parte que descansa sobre la obra ya construída. En la parte volada se establecerá la grúa para el asiento de los bloques artificiales de 4 $\frac{1}{2}$ metros cúbicos que, á modo de sillares aparejados á soga y tizón, han de formar las hiladas de la superestructura, así como también la hormigonera que ha de fabricar el hormigón y demás útiles necesarios, que funcionarán por medio de la fuerza dinamo-eléctrica, producida con aparatos establecidos sobre la cota contigua, con lo cual se conseguirá, entre otras ventajas, el aligerar de peso á la plataforma volante y facilitar su servicio. Este carro plataforma avanzará conforme avance la obra, pero podrá retirarse sobre

carriles al origen de la misma, en caso de que sobrevenga un temporal, sirviéndose al efecto de la fuerza motriz expresada; siendo de observar que, por su enorme peso y resistencia transversal, tendrá garantías suficientes para soportar los golpes de mar que puedan sobrevenir antes de retirar el aparato.

Los bloques artificiales expresados que han de constituir los paramentos de la obra de que tratamos, se fabricarán con cemento de Portland, según prescribe el pliego de condiciones, á cuyo efecto han hecho los contratistas una larga explanada contigua á la carretera que se ha construido para servicio del rompeolas, con objeto de que sirva para taller de bloques, en el que se instalarán pronto los aparatos correspondientes, habiéndose ya establecido, en aquellas inmediaciones, almacenes para cemento, depósitos de arena y piedra machacada, vías férreas para comunicarse con el origen del rompeolas, y otras instalaciones auxiliares para el objeto; así es que, en la campaña que empiece en la próxima primavera, se emprenderá con vigor la prolongación de la obra concertada del rompeolas, que se apoyará sobre las rocas del fondo, allí donde éstas se descubran ó se hallen á poca profundidad, y después sobre los grandes bloques arrojados á modo de escollera y convenientemente enrasados, adelantándose de este modo la construcción de la superestructura.

En la Memoria anterior dimos cuenta de las experiencias que, sobre cales y cementos, estábamos efectuando en cumplimiento de lo dispuesto por la Superioridad, con el fin de elegir el material más apropiado para la construcción de los bloques de 30 y 50 metros cúbicos, que han de emplearse á modo de escollera para la parte superior del basamento del rompeolas, en virtud de cuyos resultados, y atendiendo á consideraciones económicas, decíamos que se había adoptado la cal de Teil para la fabricación de los bloques de 30 metros cúbicos, que constituyen las dos terceras partes de la masa total de bloques, y el cemento de Boulogne para los de 50 metros cúbicos, que se destinan á la berma exterior, que es la parte más expuesta á la acción del mar, y cuya masa formará el tercio restante del volumen total de los bloques, obteniéndose por esta combinación, para el metro cúbico de bloques, un precio medio igual al consignado en el presupuesto para los confeccionados con cemento de Zumaya. Indicábamos, no obstante, que continuaríamos observando los resultados que uno y otro material dieran en esta localidad, para ver las modificaciones que conviniera adoptar.

Según exponremos más adelante al tratar de los ensayos de cales y cementos, no han correspondido á los buenos resultados que obtuvimos en las experiencias practicadas con la cal de Teil en el pasado año, los que han dado los bloques que, en vista de aquéllas, se han fabricado este in-

vierno último con dicho material, á consecuencia de lo cual nos hemos decidido definitivamente por el cemento Portland de Boulogne para la construcción de todos ellos, en vez de reservarlo para los de 50 metros cúbicos, que han de formar la berma exterior, como se indicó en la Memoria anterior.

Por los ensayos practicados y resultados obtenidos con los bloques hechos hasta ahora, empleando 200 kilogramos de cemento por cada metro cúbico de bloques, hemos adquirido el convencimiento de que esta dosis es suficiente para su fabricación; siendo de observar que como el volumen de arena que entra en un metro cúbico de hormigón es de 0,15 de metro cúbico próximamente, resulta que, por cada metro cúbico de arena, se emplean 444 kilogramos de cemento, que es una buena proporción para un cemento de las condiciones que reúne el de Boulogne, que por su excelente molido, gran resistencia y esmero en la fabricación, puede competir con los mejores productos de este género, á lo cual contribuye, el que siendo el Estado francés uno de sus principales consumidores, ejerce una constante inspección en sus productos, cuya composición química y propiedades físicas comprueba en el laboratorio que para ese objeto tiene instalado en Boulogne el Cuerpo de Puertos y Calzadas, para ver si cumplen las que tienen consignadas en el pliego de condiciones. Y como el precio resultante para el metro cúbico de bloques hechos con este cemento empleado en dicha proporción, difiere poco del de los bloques hechos de cemento Zumaya en las proporciones consignadas en presupuesto, la diferencia de coste resultante es de poca importancia, relativamente á la gran ventaja que sobre estos últimos tienen y al importe del presupuesto.

Entre las obras que comprende la contrata de que tratamos, se halla la carretera de 1.290 metros de longitud para enlace del origen del rompeolas con la población de Santurce, cuya construcción exigía la expropiación de gran número de parcelas, que se detallaron en la Memoria anterior, en la cual dimos cuenta de haberse hecho, durante el verano y otoño de 1889, la mayor parte de sus explanaciones, que se completaron en el resto del año económico correspondiente, á excepción de la trinchera final para acceso del rompeolas, donde aún quedaba algo por hacer. También se habían hecho durante dicho ejercicio económico las tarjeas para desagüe y algunos muros de contención.

(Se continuará.)

EVARISTO DE CHURRUGA.

MADRID: 1892.

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE GREGORIO JUSTE.

Calle de Pizarro, número 15, bajo