

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

CARRETERA PIRENAICA

ESTERRI Á VIELLA (LÉRIDA)

(CONTINUACIÓN) (1)

Caracteres geológicos de los terrenos.

El río Bonaigua es una gran falla á partir del hortal de Sas-trada en que se le une el arroyo de las Sabanas. Desde la confluencia de este arroyo, la ladera derecha pertenece al terreno primitivo y la izquierda al cámbrico. La ladera derecha es de granito completamente escarpada y termina en una serie de picos, de los que el más elevado es el que se alza sobre la confluencia que se denomina Pico Bonaigua; la izquierda, si bien de pendiente transversal muy fuerte, no lo es tanto como la otra, y está formada por pizarras cuarzosas y cuarcitas muy descompuestas, correspondientes las primeras á los filadíos amarillos y azules.

En el origen se encuentra un enorme desprendimiento de la ladera producida por la descomposición de cuarcitas en grandes bloques, algunos de los cuales nos puede suministrar un mediano afirmado. El trazado se apoya en todo este trayecto hasta la ermita de Nuestra Señora de Aras, en los desprendimientos de la ladera aprovechados para terrenos de labor, excepto en algunos trozos de pequeña longitud que se apoya sobre la misma ladera. Los materiales que pueden encontrarse en la explanada son pizarras para mamposerías en seco y ordinarias de mediana calidad.

Al cruzar el río Bonaigua en la proximidad de la ermita de Nuestra Señora de Aras, cambia el terreno que está formado por una enorme canchalera de bloques graníticos que sin duda forma la moraina de cabeza del glaciar que descendía del lago del Garbet, entra en terreno granítico, y ya no abandona este terreno hasta el paso del barranco de los Frailes del otro lado del puerto.

Las rocas que se encuentran al salir de la moraina son las que forman el mogote del Pino, constituido particularmente por un filón de cuarcita de unos 40 metros de potencia encajado en calciesquistos y talciesquitos algo descompuestos.

Carta geológica del túnel.

El túnel tendrá una boca de entrada en la base de una gran peña blanca, llamada Penay-Crida, que forma una enorme masa lenticular de caliza perteneciente á los cipolinos, en la que hemos señalado la cantera que nos va á suministrar todas las mamposerías concertadas, rajuelas, hormigones afirmados que se construyan en el túnel; á continuación los calciesquistos alechados casi verticalmente con un ligero basamiento de Este á Oeste. Siguen los filadíos de color oscuro muy carbonosos marcando en término un filón estrecho de cuarcitas descompuestas en cuyo afloramiento se encuentran numerosos manantiales, pero poco abundantes, formando más bien resudaciones.

Sobre las cuarcitas, formando la loma del contrafuerte, se vuelven á encontrar los filadíos formando en la loma algunos pequeños estanques ó pozos que bien pueden ser causa ó efecto de las resudaciones que hemos observado en el filón de cuarcitas.

En la boca del túnel nos encontramos de nuevo con calciesquistos descompuestos en la superficie, poco firmes en el interior interrumpidos aquí y allá, á lo largo de la ladera, por crestos de cuarcitas hasta llegar al barranco de los Frailes en que nos volvemos á encontrar los filadíos cambrianos.

Dada la forma en que encontramos la estratificación y sucesión de los pisos parece que nos encontramos en presencia de un pliegue formando bóveda anticlinal en que han desaparecido los pisos superiores, y esta bóveda ha sido causada por el levantamiento de la masa granítica que forma el núcleo del contrafuerte y que aflora á un kilómetro al Sur del perfil del túnel, levantándose cada vez más hasta formar por el Este el pico Bonaigua y por el Oeste el circo de Ruda, prolongándose después hasta constituir el macizo de la Maladeta, el más elevado de los Pirineos, como hemos dicho.

Con los datos recogidos en el terreno hemos formado el perfil geológico del túnel que proyectan en el que se ven los terrenos que han descrito y la falla de separación de los terrenos primitivo y cámbrico, situados á la izquierda del dibujo que corresponde al Este, porque el túnel está orientado en la dirección Este-Oeste exactamente.

Después de la falla encontramos los talciesquistos y calciesquistos, coronados por un pico de caliza de enorme espesor. Caliza marmórea blanca.

Fundados en esta hipótesis hemos supuesto los terrenos que han de encontrarse en la perforación, que son descritos en su orden y cualidades:

(1) Véase el núm. 2058.

Espesor.

1.º Roca caliza estratificada no muy dura, materiales aprovechables para las mamposterías ordinarias, hormigones y afirmados; suponemos que a la entrada será necesario un revestimiento del tipo A.	40,90
2.º Pizarras calizas de mediana dureza y planos de división normales al eje del túnel, en que suponemos no ha de hacer falta revestir. Materiales aprovechables para mampostería ordinaria.	110,00
3.º Línea de separación de estas pizarras con los filadíos de la formación siguiente, en que se encuentran algunas resudaciones y las rocas algo descompuestas por esta causa. Revestimiento tipo B.	40,00
4.º Pizarras duras de color negruzco, rocas ricas en grafito que al contacto del filo de cuarcito se ablanda dando un lodo negruzco. Aprovechables para mamposterías ordinarias suponemos su revestimiento tipo A.	130,00
5.º Filón de cuarcitas agrietados de no difícil perforación y en el que se encuentran algunos débiles manantiales que al contacto con las rocas encajantes los han descompuesto, principalmente los filaderos. Revestimiento C.	60,00
6.º Micasquistas, rocas dura y compacta que darán excelentes materiales para mamposterías, pudiendo dejarse sin revestir.	130,00
7.º Línea de separación de esta roca y el granito en que seguramente habrá manantiales ligeros que habrán alterado algo la roca, por lo que suponemos su ligero revestimiento tipo A.	40,00
8.º Masa central granítica muy dura que proporciona materiales para mampostería, adoquinado y afirmado de todo el túnel, y que seguramente podrá dejarse sin revestir.	492,00
Aparecerán después, en orden inverso, todas estas rocas y revestimientos:	
9.º Tipo A.	30,00
10. Sin revestir.	110,00
11. Tipo C.	50,00
12. Tipo A.	130,00
13. Tipo B.	50,00
14. Sin revestir.	60,00
15. Tipo A.	30,00

TOTAL..... 1.502,90

Como hemos dicho, al salir del túnel la ladera se compone de calciesquistas contando varios barrancos en que estas rocas se encuentren muy descompuestas. En el origen del trozo 3.º se corta un crestón de estas rocas más duras que continúan hasta el barranco de los Frailes, donde pasamos al terreno cambrizo, encontrando pizarras arcillosas, azules y amarillas, en las que se practica el túnel con que se pasa este barranco.

La ladera, a la salida del mismo, se suaviza algo, no encontrando ya sino algunos pequeños crestones hasta el barranco de cueva de la Mora, en que se presentan las calizas blancas mármoreas, rocas que forman ya toda esta ladera hasta río Malo, excepto un trayecto de más de 1.000 metros, comprendido entre los perfiles 333 á 401, en que se vuelven á cortar las pizarras que forman el piso inferior de las rocas calizas y que parece ha experimentado un levantamiento.

Desde la salida del túnel grande, los materiales que se encuentran apenas sirven para mampostería en seco y ordinario, pero á partir del barranco de la cueva de la Mora, la caliza nos suministra mamposterías de excelente calidad y afirmado, y en el barranco Sarcoiles al crestón en que perforamos un pequeño túnel, puede suministrar excelente sillería de mármol para el viaducto proyectado en este lugar.

Después de río Malo la ladera es una antigua canchalera de glaciario donde se encuentran grandes bloques de granito debajo de la capa vegetal.

Longitud de la carretera.

La longitud de la carretera es de 18.818,73 kilómetros, de ellos 1.851,90 en túnel, y 1 009 en paso cubierto, en total 2.860,90 cubiertos.

Dimensiones generales.

El ancho normal de esta carretera es de 6 metros, y se ha conservado en este proyecto, reduciéndole sólo en los túneles á 5 metros, con lo que se cruzan perfectamente dos vehículos. Como en estos pasos no hay cunetas, resulta que la reducción que se ha hecho es mayor que la que se preceptuaba en la Real orden de 3 de Octubre de 1907, puesto que el ancho de 4 metros implica con cunetas un ancho total de 5,60.

Número y designación de los trozos en que se divide este proyecto.

Este proyecto debe enlazar los trozos 1.º y 4.º en construcción; deberíamos, por tanto, dividir la longitud total en dos trozos, pero si bien el ascenso y el descenso del puerto no presentan nada de particular, el paso de la divisoria en túnel de 1.500 metros es un caso especialísimo en la construcción de carreteras, y hemos creído deber separarlo del resto, constituyendo por si sólo un trozo que designamos con la denominación de «Trozo de la divisoria», quedando por tanto el trazado dividido en tres trozos, 2.º de la divisoria y 3.º

No hemos juzgado conveniente que el trozo de la divisoria esté constituido solamente por el túnel, aunque se comprendan en él las trincheras de acceso, porque si formaron contratos separados estos tres trozos, el contratista del túnel estaría estrechado por los otros dos, que no le dejaría mover con holgura, necesitándola en grado sumo para elegir los depósitos de escombros y almacenes y talleres, siendo además una ventaja grande que este contratista tenga gran libertad para construir la plataforma de la carretera con estos escombros con objeto de aumentar todo lo posible el terraplén, pues cuanto más destacada del suelo, será más ventilada y menos obstruida por las nieves.

Por estas razones han englobado en el trozo de la divisoria dos pequeños trozos á un lado y otro del túnel.

Pudiera objetarse que pues es conveniente construir la carretera en terraplén elevado con los productos del túnel por qué no se ha proyectado así, desde luego; á lo que replicaremos que en laderas tan pendientes como éstas no se pueden proyectar terraplenes, porque llevaría consigo la construcción de grandes muros, teóricamente, mas, en la práctica, si el contratista vierte los escombros en la misma línea del terraplén, tenemos por evidente que se formará un terraplén ó plataforma que nos economizará la construcción de algún trozo de carretera, ó á lo menos la supresión de algunos muros.

A este efecto se dispuso en el pliego de condiciones, en su artículo 15, que se obliga el contratista del túnel á verter los productos de las excavaciones de las galerías donde le designe el Ingeniero encargado, dentro del trozo de la contrata, á fin de formar terraplenes utilizables para este mismo trozo.

	Metros.
El trozo 2.º comprende desde el origen hasta el segundo paso del río Bonaigua y su longitud es de.....	8.115,23
El trozo de la divisoria desde el río Bonaigua hasta el barranco Baquerías, más 130 metros, su longitud es de.....	4.183,03
El trozo 3.º, desde este punto hasta la Borda de Lobató, su longitud es de.....	6.520,47
TOTAL.....	18.818,73

El Sr. Bore en su Memoria (pág. 33) dice respecto á esto lo siguiente:-

Sistema administrativo.

«La altitud del terreno, la distancia y desnivel de la zona de trabajos á Tredós, que es el pueblo más inmediato, hace necesario que los obreros residan en las obras durante el tiempo relativamente corto en que se podrá trabajar allí, y, por tanto, habrá que construir de fábrica barracas para obreros, almacenes, etc.; la pérdida de tiempo y trabajo durante los temporales de verano; las grandes dificultades para el transporte (no sólo de los materiales para las obras, sino de los productos de las excavaciones para formar terraplenes) que presenta el terreno por ser su pendiente transversal tan grande, que apenas puede uno sostenerse; los perjuicios indicados anteriormente y otros imprevistos son elementos heterogéneos tan difícil de calcular y valorar que el presupuesto de contrata sería, ó excesivo con perjuicio de los intereses del Estado ó lo que es más probable que suceda, deficiente, y en este caso habría necesidad constantemente de reformarlos y lo más seguro de rescisiones de contrata; todo en perjuicio de las obras y de la localidad; por tanto, creemos más conveniente el sistema de administración, claro es que los mismos inconvenientes presentaría el terreno con este sistema, pero se evitarían las pérdidas de tiempo, etc., que lleva consigo el de contrata máxima si la consignación para estas obras fuera un crédito especial á justificar con la liquidación, encargando al personal exclusivamente de este servicio y remunerándole convenientemente.»

Estas justísimas observaciones se avaloran en el caso presente por entrar en el proyecto, obras tan aleatorias como los túneles en los que no puede predecirse nunca si el presupuesto calculado es justo ó dista mucho de la realidad, ya por defecto ó por exceso.

Pero como por otra parte la cantidad consignada anualmente en presupuesto para obras por administración es tan limitada, nosotros nos inclinamos á la contrata, ó mejor por el concurso de los tres trozos á la vez, por la razón de entrar una obra tan importante como es un túnel de 1.500 metros de longitud situado en un país que carece en absoluto de comunicaciones y que de no construir el túnel después que el tercer trozo, habrá que transportar todas las máquinas á lomo desde el extremo del trozo 4.º, que es el más próximo al ferrocarril.

Si una Empresa tomase á su cargo toda la línea, podría en el primer año abrir la explanación del trozo 3.º lo suficiente para llegar á las dos bocas del túnel y dejar montadas todas las máquinas para el año siguiente, en que podía comenzarse ya la perforación mecánica, y teniendo en cuenta estas ventajas, podría obtenerse en el concurso una gran economía, que de otro modo no puede esperarse; pero hay que contar siempre con su

transporte á lomo de 6 á 7 kilómetros, desde el origen del trozo 4.º, que ya estará terminado el año 1914, hasta las bocas del túnel.

Orden de preferencia en la construcción.

Por las razones ya dichas, deberían subastarse todas las obras de una vez; mas de no ser esto posible, deben comenzarse por el trozo 3.º para facilitar la construcción del túnel y del trozo 2.º, siguiendo después por el túnel y terminando en el trozo 2.º

JULIO MURUA.

(Continuará.)

MATEMÁTICAS PRÁCTICAS

DE

JOHN PERRY

TRADUCIDO DEL INGLÉS Y ANOTADO

POR

D. LUIS GAZTELU

Marqués de Echandía; Ingeniero Jefe de Caminos, Canales y Puertos;
Director de la Escuela especial del Cuerpo.

II

En el número anterior copiamos el prólogo con que encabeza el Sr. Gaztelu la traducción española de esta interesante y útil obra para presentarla al público, y que, por nuestra parte, recomendamos por su carácter eminentemente práctico.

A continuación del prólogo inserta nuestro ilustrado compañero el programa que presentó Perry al Congreso de Glasgow y que copiamos también, pero creemos útil reproducir antes el relato que del discurso pronunciado por el profesor inglés en defensa de dicho programa, hizo el Sr. Gaztelu en su libro *Principios de la moderna pedagogía matemática*, para recordar sus atinadas consideraciones.

«En la Asamblea celebrada en Glasgow en 1901 para discutir sobre la enseñanza de las matemáticas, presentó el profesor Perry un programa de matemáticas elementales con destino á los colegios de niños, y aun de señoritas, que está inspirado en las ideas del autor, tomadas en toda su amplitud y llevadas á sus últimas consecuencias. El discurso que pronunció en defensa de dicho programa contiene, en principio, todo lo esencial de su método, y antes de dar á conocer íntegro el programa que propuso, extractaré algunos párrafos del discurso, no sin recomendar al lector á quien interesen estos estudios que lea el original (1). Su autor desarrolló este programa en seis conferencias para obreros, que pronunció en el Museo de Geología práctica, proponiendo un gran número de ejercicios que debían ser resueltos por los oyentes en el intervalo de tiempo entre dos conferencias, y han sido publicadas ó reeditadas recientemente (2). El examen del programa y del folleto mencionado, que no pasa de 172 páginas, hacen ver, con sorpresa inevitable, el camino que se puede recorrer en poco tiempo en el estudio de las matemáticas, cuando este estudio se limita á las nociones de aplicación

(1) *British Association Meeting at Glasgow, 1901.—Discussion on the Teaching of Mathematics*: London, 1902.

(2) *Practical Mathematics*. Summary of six lectures delivered to working men by prof. Jhon Perry. Board of education, 1910.