

FERROCARRILES DE SALAMANCA Á LA FRONTERA PORTUGUESA

LÍNEA DE SALAMANCA Á BARCA DE ALBA

CONSTRUCCIÓN DEL TUNEL DE LA CARRETERA DE SALAMANCA

(Conclusión.)

EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

Túvose primeramente la idea de hacer la perforación del túnel por medio de máquinas perforadoras; pero el precio de los transportes, unido al coste del carbón, ya bastante elevado en Salamanca, hizo desistir del empleo de máquinas de vapor para la compresión del aire, único motor práctico en las galerías subterráneas. Se procedió después á verificar estudios para el establecimiento de depósitos de agua, reconociéndose que á unos 2.800 metros de la boca Sur, en el arroyo de Morgado, se podrían construir aquellos depósitos, utilizándose una caída disponible de 36 metros. La inconstancia del régimen de las aguas, la pequeña capacidad de los depósitos que el terreno permitía (30.000 metros cúbicos aproximadamente), y la completa falta de agua en los meses de estiaje, hacían temer la forzosa paralización de los trabajos de avanzamiento durante cuatro ó cinco meses en el año. Agregando á esto el coste de establecimiento de los depósitos, canalización, compresores, talleres de reparación, la falta de industria en Salamanca y la gran distancia á que se hallan los centros de Barcelona y Bilbao para la sustitución ó reparación de las piezas más importantes de la maquinaria, se abandonó definitivamente la idea primitiva, decidiéndose por la perforación á brazo, fraccionando convenientemente el túnel para poder multiplicar los ataques.

En general, cuando un trabajo de esta naturaleza no pase de una determinada extensión que compense el gran coste de una instalación completa, no habiendo en la proximidad del túnel un centro de trabajo que facilite los medios de acción, y muy especialmente cuando las condiciones del terreno permitan la apertura de pozos, creemos que debe ser preferida la perforación á brazo.

Sin tener en cuenta la cuestión económica, la necesidad de un personal inteligente y hábil para el manejo de las máquinas y de las perforadoras, ó el tener que organizarlo cuando no se pueda disponer de operarios experimentados, es también un argumento atendible en favor de la perforación á brazo.

En el túnel de San Gotardo, después de ensayar varios sistemas de perforadoras, se emplearon definitivamente los tipos Ferroux, Dubois-Francois y Mac-Kean. El avance medio ejecutado en los tres meses de Julio, Agosto y Septiembre de 1873 fué para el primero de 3^m,907, para el segundo de 4^m,103 y para el tercero de 3^m,260.

Los datos relativos á los años de 1873 á 1876 inclusivos, acusan un avance diario medio de 2^m,785 y un avance máximo de 5^m,011, independientemente del tipo de perforadora.

Esta media de 2^m,785 podría difícilmente haber sido obtenida en el túnel de la carretera de Salamanca, porque los accidentes imprevistos no podrían ser remediados tan fácilmente, habiendo de ser necesariamente menores las instalaciones que en el de San Gotardo, cuya longitud de 14.900 metros, y cuyo enorme coste (56 millones de pesetas), las hizo allí posibles. Si se examina la media del primer año de trabajo (1873), en el que hubo tiempo perdido con el aprendizaje del personal, se encuentra que descendiendo á

1873.—Avance por el lado de Suiza (Goeschenen)...	581 metros.
— Avance por el lado de Italia (Aivolo)...	494 —
	1.075 —

ó sea:

$$\frac{1.075}{2 \times 365} = 1^m,473.$$

Debe también mencionarse que el túnel de la Perruca (línea de León á Gijón), de 3.000 metros de longitud, terminado en 1884, la perforación mecánica alcanzó una media de dos metros diarios, la que admitida para los dos ataques Norte y Sur del túnel de la carretera, determinaría para su perforación el transcurso de

$$\frac{1.590}{2 \times 200} = 397 \text{ días.}$$

Por otra parte, permitiendo la configuración del terreno el establecimiento de dos pozos que dividen el túnel en tres secciones de 155, 441 y 994 metros respectivamente, y teniendo sólo en cuenta la última, que por ser la más larga, determina la duración del trabajo, puede fácilmente verse que admitido el avance á brazo de 1^m,10 como medio al día (lo que no es nada exagerado), esta parte sería perforada en $\frac{994}{2 \times 110} = 451$ días; siendo así la diferencia entre la perforación mecánica y la manual de

451 — 397 = 54 días, lo que no proporcionaría una gran ventaja á la perforación mecánica.

Subordinado el plan de construcción á las consideraciones expuestas, fué dividido el túnel en las tres secciones indicadas, y la galería de desagüe (de 843 metros de longitud, de ellos 102 ejecutados á cielo descubierto), en seis, en la forma mencionada en el cuadro siguiente:

DESIGNACIÓN.	Kilometración. — Metros lin.	Distancias. — Metros lin.	Profundidades. — Metros lin.	OBSERVACIONES.
Túnel.				
Boca Norte..	61.380,00			
Pozo núm. 4..	61.535,00	155,00	20,18	{ Máquina de vapor de seis caballos.
Pozo núm. 5..	61.976,00	441,00	52,00	
Boca Sur. . . .	62.970,00	994,00		{ Id. de 10 caballos y ventilador Root, fuerza de un caballo.
Galería de desagüe.				
Origen.....	60.895,00			
Pozo núm. 0..	61.005,00	112,00	6,20	{ 102 metros á cielo descubierto.
Pozo núm. 1..	61.187,00	182,00	19,30	
Pozo núm. 2..	61.287,00	100,00	18,70	
Pozo núm. 3..	61.387,00	100,00	22,00	
Pozo núm. 4..	61.535,00	148,00	37,43	
Unión con el túnel.....	61.736,00	201,00		{ Máquina de vapor de seis caballos.

Todos estos puntos de ataque fueron enlazados por un camino de tres kilómetros de largo con la carretera de Salamanca, en donde se instalaron el observatorio, depósito general, talleres de cerrajería, carpintería, reparación de máquinas, etc.

Para el servicio del revestimiento se abrieron canteras próximas á la

(1) Este ventilador, en el que el vapor actúa directamente y que está fundado en el mismo principio que los inyectadores Giffard, dió magníficos resultados, siendo su instalación extremadamente sencilla.

boca Norte y al pozo núm. 4 en un nivel superior en 45 metros á la rasan-
te del túnel, uniéndose estas tres canteras con la boca por medio de un
plano inclinado. Junto al pozo núm. 5 y boca Sur se abrieron también can-
teras que comunicaban con el túnel por vías férreas.

Los tipos de revestimiento empleados fueron dos, adoptándose el tipo
núm. 2 en una longitud de 136 metros, á partir de 19 metros de la boca
Norte. Este tipo, en el que los espesores son mayores en 0^m,20 que los del
núm. 1, fué exigido por la naturaleza del terreno (esquistos arcilloso en
descomposición), que hizo muy difícil la perforación, produciéndose movi-
mientos en todos sentidos, que obligaron primero á emplear una entiva-
ción reforzada y después á abandonar los trabajos por el lado del pozo nú-
mero 4 desde Mayo hasta Septiembre de 1884.

Las secciones de los ataques del túnel, cuya sección libre es de 25,837
metros cuadrados, fueron las siguientes:

DESIGNACIÓN.	TIPOS DEL TÚNEL.		
	Sin revestimiento	Con revestimiento.	
		Número 1.	Número 2.
	Met. cuadrados.	Met. cuadrados.	Met. cuadrados.
Galería de avanzamiento.	7,000	9,000	9,000
Ensanches.	2,615	5,307	7,627
Estroza.	16,222	15,500	15,500
Idem (ensanches).	»	4,795	6,188
Estribos.	»	4,344	6,818
Bóveda.	»	4,692	6,652

Los detalles completos del progreso de la obra, resumidos en varios
estados y en un cuadro gráfico que contiene representados, además de los
avances relativos á cada ataque, los tipos de túnel empleados, entivación,
grado de humedad, etc., se hallan insertos en el cuaderno correspondiente
á Julio y Agosto últimos de la *Revista de obras públicas e minas*, publica-
ción de la Sociedad de Ingenieros civiles portugueses.

A. GUIMARAES.

MADRID: 1888.

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE GREGORIO JUSTE.

Calle de Pizarro, número 15, bajo.