

DESIGNACION.	ANTEPROYECTOS.		PROYECTOS.		COSTE POR KILÓM.	
	Longitud.	Gastos.	Longitud.	Gastos.	Antepro-	Proyectos.
	Kilómetro.	Reales vn.	Kilómetros.	Reales vellon.	Rs vn.	Rs. vellon.
Burgos á Villadiego.	55,40	10.885	"	"	526	"
Villasante á las Cabañas de Virtus.	40,27	5.625	"	"	90	"
Masa á Villaescusa de Butron.	29,22	8 091	"	"	227	"
Bribiesca á Cormedilla.	"	"	18,20	24.457	"	1.542
Nofuentes al confín de Álava.	27,00	5.021	"	"	412	"
Ameyugo á Traspaderne y de Medina de Pomar á Villarcayo.	44,70	16.440	"	"	568	"
Medina á Villarcayo.	"	"	8,50	1.848	"	225
Osorno por Pampliega á Aranda de Duero.	122,00	9.644	"	"	79	"
Burgos á Soria.	75,60	9.474	"	"	"	"
Masa á Sedano.	"	"	11,30	5.451	"	482
Villadiego á Melgar.	"	"	19,80	15.920	"	804
Burgos á Villadiego.	"	"	52,00	11.410	"	556
Totales.	570,19	61.182	89,60	62.046	"	"

Del exámen de los anteriores datos se deducen las observaciones siguientes:

1.^a Que durante los tres años de 1859, 1860 y 1861, se hicieron estudios de anteproyectos en una estension de 570 kilómetros, asi como tambien 90 kilómetros de proyecto definitivo, en cuyos trabajos se invirtió la suma de 125.228 reales.

2.^a Que el coste de los anteproyectos ha resultado á razon de 161,56 reales por kilómetro.

3.^a Que el gasto de los estudios en los proyectos definitivos ha salido al respecto de 692,47 rs. cada kilómetro por término medio.

M. GARRAN.

CANAL DE URGEL.

II.

(Continuacion.)

La construccion del subterráneo de Monclar que, segun hemos dicho, tiene 4.917^m,60 de longitud, ha presentado las mas notables dificultades y ha exigido sacrificios de todo géne-

ro, que siquiera sea someramente, vamos á describir tomando esta relacion de la reseña que ha escrito la Sociedad anónima Causal de Urgel.

Túnel de Monclar.

Desde el mes de mayo de 1856 en que quedó contratada la construccion de esta obra hasta su conclusion, ni un solo dia ni una sola hora se ha dejado de trabajar en ella con toda la actividad posible; pero desde ese momento tambien el arte no ha dejado de luchar un solo instante con la naturaleza.

Los trece pozos, cuya abertura la Sociedad mediante subasta habia contratado, cuando tropezó con las graves dificultades que ofreció la contratacion total del túnel, pozos que debian ser á un mismo tiempo medio de explotacion y medida de exploracion del terreno, requirieron que se les diesen mayores dimensiones y que se procediese á su entibacion y á la estraccion del agua y escombros que se habian depositado durante el intervalo que medió desde la cesacion de aquel contratista particular, hasta la fecha en que á tenor del contrato debió comenzar las operaciones el empresario que ha llevado á término la obra.

El agua que se presentó en todos los pozos apenas se hubo bajado 4 ó 6 metros del terreno natural, fué siempre aumentando con la profundidad, y llegó en algunos á salir en cantidad tan considerable que á pesar de sacarse 550 y 400^m diarios imposibilitaba el trabajo en ellos. Todos se continuaron sin embargo por mucho tiempo, abriéndose además posteriormente, en diferentes épocas y para satisfacer diversas necesidades de la obra, otros cinco en la galería principal y hasta doce en las de desagüe, las cuales se emprendieron no solo para auxiliar la construcción de alguno de los pozos, sino para evitar la caída á la galería de la enorme masa de agua que se encontráramos cincuenta metros mas alta que la solera de aquella.

No obstante estos contratiempos que no hacemos sino indicar, en enero del año siguiente (1857) se comenzaba ya la galería por un pozo de 90^m de profundidad (el 5), perfectamente terminado, al cual siguieron bien pronto el tercero (de 27^m), el 2 (de 65), el 1 (de 56) y el 4 (de 71). Antes de terminar la primavera del mismo año, se entraba también en galería por los pozos 12 y 15 que habían sido y continuaban siendo de los mas abundantes en agua. Las profundidades respectivas son de 40^m y 52^m. En el verano próximo (siempre en 1857) se comenzaba la perforación de la galería por los pozos 6 (de 100^m profundidad) y 7 A (de 106^m), así como también por el 14 (de 22^m únicamente pero del cual se había sacado constantemente mas de 500^m de agua diarios.) Quedaban pues, solo los pozos 8, 9, 10 y 11 con el 0, uno de los últimamente añadidos, y el cual á pesar de haberse extraído de él por mucho tiempo 600 y 700^m de agua diarios no pudo bajarse hasta llegar debajo de él la galería, mas que 22^m siendo de 59^m la profundidad que necesitaba.

El pozo 8, el mas alto de la línea (150^m) y que á los 20 daba ya 500^m de agua cada veinte y cuatro horas, se abandonó por fin decididamente, despues de cuantiosos gastos hechos, no obstante que no se ha bajado mas que á 55^m. El 7 no podia tampoco continuarse á cau-

sa de la abundancia de agua que por él salía, pero suprimido ya el 8 y siendo de 550^m la distancia que separa cada dos pozos, no era posible prescindir de este, cuando todo hacia creer que no podria centarse, con mucho tiempo al menos, con los números 9, 10 y 11. En este conflicto emprendióse la apertura del pozo 7 A á 20^m de distancia del 7, destinándolo como auxiliar de este último y pensando comunicarlos á diferentes alturas para extraer el agua del uno interin el otro se profundizaba. Por fortuna, y segun acabamos de indicar, pudo bajarse el 7 A hasta la solera de la galería y ha sido luego el mas importante de la línea, segun veremos mas adelante. El 11 hubo también que dejarlo, cuando ya no faltaba sino 4^m para llegar á su solera. Antes de paralizarlos, inútil es decir los esfuerzos de todo género que se practicaron para poderlos bajar.

Las circunstancias especiales con que el agua se presentaba en los pozos 9 y 10, pero particularmente en este último, la posición del pozo mismo y mas que todo la estructura del terreno, hicieron creer que entrando en él por galería, á la profundidad de 25^m se había de encontrar bien pronto marchando hacia el Norte, la capa subterránea mas abundante y que mas incomodaba en todos los pozos de la parte Sur del túnel. Comenzóse pues esta galería ó socavon de desagüe, tratando primeramente de terminar con toda la celeridad posible la parte de ella comprendida entre el pozo 10 y el 11, ó sea la salida natural del agua. La otra aunque empezada al mismo tiempo, hubo de paralizarse y cerrarse fuertemente al momento, porque no era posible sacar la gran cantidad de agua que se encontraba. Terminado con mil trabajos el desagüe para cuya construcción la misma agua y la naturaleza del terreno opusieron obstáculos de gran consideración, y atacado el socavon por el lado del Norte, empezó bien pronto á correr por él una inmensa cantidad (20,000^m diarios). El éxito no podia ser mas brillante. Emprendióse con gran ardor la continuación de los trabajos en el pozo 10 y bien pronto se vió que era inútil cuanto se había hecho. La estratificación del terre-

no es tal que á medida que el pozo iba bajándose, el agua que corría por el socavon disminuía é iba apareciendo toda en el fondo del pozo. No habia medio de evitar esto. Cualquiera que se emplease para evitar el escape del agua de la galería, evitaba tambien su entrada. Consiguióse por fin aislar, sino toda, la mayor cantidad de la que en el pozo salia. Una vez aislada, se hizo un depósito en el interior de los paramentos, perfectamente revestido con mampostería hidráulica, y ya no quedaba sino extraer el agua de dicho depósito, pudiendo continuar perfectamente los trabajos del pozo. A los cuatro dias de terminado el depósito y cuando todo empezaba á marchar bien, el agua desapareció del todo de aquella localidad y volvió á aparecer en el nuevo fondo del pozo, en el cual y por todas partes salia casi toda la que pocos dias antes corría por el socavon. Preciso fué entonces renunciar á la apertura del pozo 10 al que le faltaban aun 55^m, no obstante los 40^m que tenia abiertos, y preciso tambien no contar con la del 9, profundizado 45^m y que debia llegar hasta 125. Entre los pozos 7 A y 12, distantes 1.710 metros, no habia medio por el momento de abrir otro alguno. La única esperanza que quedaba era la de perforar el 11 y el 10 á medida que se llegase con la galería debajo de ellos. Así se hizo á su tiempo con mil y mil dificultades, cuya sola enunciaci6n nos detendrá demasiado, pues especialmente las del 10 han sido numerosísimas, y han detenido la perforacion del pozo hasta mayo de 1860.

En la misma galería de 1710 metros, abierta puede decirse sin mas que un pozo en cada uno de sus extremos, puesto que el 10 y 11 no han servido sino para facilitar la extracci6n de escombros, ha habido necesidad de vencer dificultades sin cuento. Prescindiendo de las que el terreno ha presentado, bastará solo decir, para dar una idea de las que la ventilaci6n y la demarcaci6n de la línea habrán ofrecido, que por el pozo 7 A de 106^m de profundidad, se han abierto, en direcci6n del 10, mas de 800^m lineales de galería.

Desde que empezó á entreverse la necesi-

dad de suprimir tantos pozos, se comprendió naturalmente la asiduidad con que habria que atender á los dos únicos puntos de ataque que presentaba la gran porci6n central del subterráneo y lo urgente que era evitar en ellos toda causa de paralizaci6n. Una de las mas poderosas que podrian sobrevenir, y empezaba ya á presentarse era la abundancia del agua, y preciso fué dedicarse á combatirla por todos los medios posibles. Las grandes trincheras que forman, por decirlo así, el complemento del subterráneo, estaban muy atrasadas aun y no podia ni por asomo pensarse en esperar terminirlas para que las aguas saliesen libremente por ellas. De aquí la necesidad de abrir con gran premura y saltando por encima de todos los obstáculos un socavon de desagüe por debajo de la trinchera de salida, socavon cuya longitud pasó de 500^m, y la de establecer, ya que en la de entrada no era posible hacer lo mismo, dos grandes bombas movidas por el vapor en el pozo 4.

En la época misma en que fue preciso abandonar la apertura del pozo 10 las galerías todas estaban naturalmente inundadas de agua, á pesar de sacarse del subterráneo, sin contar por supuesto los 20.000^m diarios que corrían por el socavon, mas de 1.500^m elevados por término medio á unos 70^m.

No era solo esto á lo que habia que atender; el terreno en que las galerías se abrian, estaba formado en su mayor parte por margas arcillosas y yesosas sumamente duras, algunos yesos y algunas areniscas, rocas todas que exigian el empleo de la pólvora para ser atacadas. El consumo de este combustible pasaba de 100 kilogramos diarios, y esto no obstante una vez este terreno humedecido y en contacto con el aire, habia que acudir á todas partes con entibaciones numerosas y difíciles á veces, porque por todas partes amenazaban desprendimientos.

De repente en el pozo 1 (lado del O.) se presentó una arenisca muy floja con una enorme cantidad de agua. Suspendiéronse en el momento los trabajos de escavaci6n para entibar y fortificar aquel punto que parecia ya

iba á ofrecer s rias dificultades, pero no hubo tiempo para hacerlo: un enorme desprendimiento de una gran masa de arena que llenó toda la galería (tenia esta   la sazón un volúmen de mas de 800^m) vino   paralizar forzosamente los trabajos emprendidos y á dar lugar   dificultades de género distinto de las que hasta entónces se habian vencido. Mas de ocho meses de asiduo y constante trabajo, durante los cuales se sucedieron hasta trece desprendimientos análogos al que acabamos de indicar, se emplearon en atravesar en una longitud de 50 metros, una masa semifl ida de arena y agua que amenazaba sepultar   todos los trabajadores y empleados, y que por fortuna no causó á nadie ni la mas leve contusion.

Apenas salvado este importante accidente apareció una inundacion en las galerías del 2, que impidió por dos meses el trabajo del avanzamiento, á pesar de estar ya unido dicho pozo con los números 3, 4 y 5 por los cuales se estra a toda el agua que era posible. Sin terminar aun este, surgió otro espantoso en las galerías del pozo 6, las cuales contaban ya entonces cerca de 500 metros de longitud por 14 metros término medio de seccion transversal. Empez    aumentar el agua que ya salia en gran cantidad de uno de los avances (el del lado del 5) y hubo de aumentar tanto que obligó á los trabajadores   huir de prisa y des-pavoridos. En cuatro dias se llenó por completo la galería y se elevó hasta 50^m en el pozo, no obstante que se estra a diariamente por él de 500   600^m de agua. Fu  pues preciso pasar por esta paralizacion del trabajo y esperar   que hecho el rompimiento por el pozo 5 pudiera darse salida á esa inmensa cantidad de liquido.

Al cabo de dos meses se consiguió verificar el rompimiento tan deseado, se desagu  aquel gran depósito,   inútil es encarecer, indicada ya la naturaleza del terreno en que las galerías estan abiertas, los espantosos desprendimientos que en ellas se encontrarian. Aquella galería habia completamente perdido su forma;   cada paso se encontraban desprendimientos de 20 y 30^m de altura sobre la antigua corona de

la galería que la obstruian enteramente;   cada paso se encontraban tambien inmensas entradas en los antiguos paramentos del subterráneo. Alargariamos demasiado esta reseña si hubiéramos de detallar el improbo y delicado trabajo necesario para restablecer la antigua galería y para solidificar los numerosos desprendimientos que en ella habia, desprendimientos que obligaron   construir verdaderos castillos de madera de mas de treinta metros de altura.

Est base aun en esta operacion de suyo pesada, y que termin  tambien sin ninguna desgracia personal, cuando otra inundacion mayor todavía sobrevino por el avanzamiento del 4 (lado del O.). La cantidad de agua que salia era tan considerable que desde el 4 hasta el 6 en ningun pozo podia hacerse otra cosa que sacarla. Se estra an mas de 2.000 metros diarios por todos ellos, y el agua iba sin embargo subiendo en una estension de galería de cerca de 2.000 metros longitud, con la seccion que anteriormente hemos indicado. Todos los trabajos de la parte Norte del subterráneo estaban forzosamente paralizados y era inminente además el peligro de que la galería se llenase, pudiendo esto dar lugar   deterioros de fatales consecuencias, especialmente en el sitio en donde habian acacciado los grandes y espantosos desprendimientos de arena y en donde se habia llegado   temer la presencia de un verdadero ro n. Para evitar males tan grandes, se cerró el avanzamiento del O. con un fuerte muro hidráulico, cuya construccion ofreció tambien r cias dificultades, atendida la enorme masa de agua que habia que encerrar detrás de él; y solo así se pudieron salvar de una inundacion completa las galerías todas, que tardaron aun naturalmente muchisimo tiempo en verse sin una gran cantidad de agua. Esto es tambien lo único que pudo hacerse para estar en el caso, al cabo de algunos meses, de volver á emprender los trabajos en ellas necesarios.

Semejante extremo recurso, imposibilitaba por completo la continuacion de la obra en los 500 metros que mediaban entre el muro y la

trinchera de entrada, cuya difícil construcción estaba aun muy lejos de hallarse tan adelantada como era de desear. Urgia avanzar estos trabajos; porque el coste hecho en la trinchera hacia esperar, y con razon por cierto, las graves dificultades que en ellos habria que vencer, y fué necesario emprender de nuevo en la avanzada época á que se habia llegado (enero de 1859) la apertura de algunos pozos.

Abrióse primero el O-A y mas tarde el A, ambos con muchísima agua. Intentóse tambien la terminacion del O, contando con que quizá la gran cantidad de líquido que afluia á los dos nuevos pozos, hubiera disminuido en parte al menos el enorme caudal de aquel; pero todo fué en vano: no pudo llegar á perforarse, hasta que estuvo la galeria debajo de él.

Asi que fué posible, se penetró en subterráneo por estos pozos, y cuando se vencieron las dificultades grandes que presentaba esta penetracion, verificada toda ella en un légame arenoso, lleno de agua, que se desprendia por todas partes y que era necesario ir sosteniendo con fuertes entibaciones, salió en el avanzamiento del 11 una cantidad enorme de agua, que por fortuna encontró ya practicable el socavon de la trinchera, pero que á pesar de él llenó toda la galeria. Bien es verdad que corrian por ella mas de 100.000^m diarios.

Al aparecer este espantoso chorro, que acabó por practicarse una salida á la galeria de mas de un metro cuadrado, no obstante la dureza del terreno, y al cual no se podia acercar ni á 50^m de distancia sin que apagase todas las luces; al aparecer, decimos, esta inundacion, se entibaba un desprendimiento del socavon de la trinchera, y como fué indispensable abandonarlo todo, la madera que alli se encontraba impedia la libre salida del agua y bacia que esta se elevase cada vez mas en el túnel. Era preciso á toda costa evitar esto, y no bastando la estraccion de agua por los pozos, se abrió en la trinchera una gran escavacion para dejar á cielo abierto la parte de la mina de desagüe, cuya entibacion no habia podido terminarse. Por fortuna no hubo necesidad de aguardar la

conclusion de este nuevo pozo, pues á los ocho dias de haberse presentado en tan gran cantidad el agua, se notó alguna disminucion en la que llegaba al subterráneo, y pudo comprenderse que el inmenso depósito que estaba vaciándose no podia ya ofrecer un gran cuidado.

Si notables han sido los obstáculos y dificultades que ha habido que vencer para la apertura de la galeria de avance, no han sido menores los que se han presentado sin cesar para el ensanche y revestimiento. Apuntadas ya las principales entre las primeras, solo indicaremos, para no detenernos demasiado, que han sido grandes, inmensas, las segundas (y se comprende bien que asi sea) en el hundimiento entre el O y el 1, en toda la estension de galeria de la entrada al O, y en la galeria del 6, que contaba con las grandes entibaciones que anteriormente mencionamos.

A pesar de tantos contratiempos, á pesar de tantas forzosas paralizaciones y de la escasez de operarios que en distintas épocas se ha sentido, á pesar sobre todo, de la larguísima galeria que ha habido necesidad de abrir sin mas que dos puntos de ataque, el Excmo. Señor Marqués de Corvera Ministro de Fomento verificaba el rompimiento de esta galeria y con ella el del subterráneo todo, en 29 de setiembre último á los cuatro años poco mas de comenzados los trabajos, y á los cinco poco mas tambien de su principio, se ha terminado felizmente una obra que no tiene ni tendrá por algun tiempo igual en España, y que si en el dia es desconocida de propios y estraños por no haberle cabido la suerte de dar paso á algun ferro-carril, está no obstante destinada á presentarse ante unos y otros sin miedo á la competencia con cualquiera otra análoga, ya se compare el tiempo empleado en su construcción, ya su solidez, ya en fin su coste.

Presentamos á continuacion un cuadro de bastante importancia práctica para esta clase de obras, en el cual se detalla el coste de los principales subterráneos construidos en varios ferro-carriles y canales.

NOMBRE DE LOSSUBTERRÁNEOS y fecha del principio del trabajo.	VÍAS A QUE DAN PASO.	NATURALEZA DEL TERRENO.	Longitud Metros.	Anchura maxima. Metros.	Profundidad maxima. Metros.	Tiempo empleado en su construcción. Años.	Costo por metro lineal. Reales vellon	OBSERVACIONES.
Trouquoy. 1803	Canal de S. Quintin. . .	Creta bendida (sin agua).	1,403	8'00	50	No se sabe.	3,080	Revestido primero en muy poca par- te de su longitud, despues en toda. Atacado por 12 pozos separados de 180 a 540 metros.
Thames y Medway. . . 1922	Id. de Thames y Medway.	Id. tierra y dura (sin agua).	3,620	9'00	59	3'	3,210	
Saint Aignan. 1822	Id. des Ardennes. . . .	Caliza azul conchifera. . .	262	6'00	45	No se sabe.	4,280	
Pouilly. 1824	Id. de Borgoña.	Margas squistosas, caliza de gritillo (poca agua). . . .	3,330	6'20	50	8'	8,000	
Hercastle. 1825	Id. Gran Trunch.	Roca, arena, arenisca (sin ag)	2,630	4'20	37	4'17	3,960	
Tierra negra. 1826	Ferrocarril de Lyon. . .	Squistos y arenisca.	1,500	3'30	84	3'	3,200	
Charleroy. 1828	Canal Charleroy.	Arena movediza (agua). . .	1,288	4'30	56	4'	4,960	
Kilsby. 1834	F.-C. de Londres á Bir- mingham.	Tierra, arena (mucha agua).	2,204	7'30	59	4'	13,640	
Cumpleth. 1835	F.-C. Louvain.	Arena y arc. alternad. (ag.)	925	4'30	29	2'	3,400	
Plaza de Europa. . . 1836	F.-C. de San German. . .	Yeso, arena, margas sin ag.	183	13'20	12	0'81	5,210	
Baginole. 1837	Id.	Id.	338	7'40	18	1'80	9,520	
Saint Cloud. 1837	F.-C. de Versailles. . . .	Margas, yeso (agua).	804	7'40	40	4'25	8,720	
Powg. 1839	Canal de Marne al Rhin.	Id. y caliza (mucha agua).	868	8'00	61	3'81	6,240	Para hacer la bóveda se tardó 30 meses.
Liverdun. 1839	Id.	Caliza oolítica (sin agua). .	380	8'00	33	4'75	6,400	La piedra para el revestimiento era de la misma excavación y la arena se extraía de la proximidad del túnel.
Arschwiller. 1839	Id.	Areniscas (mucha agua, pero ha acabado por desaparecer)	2,250	8'00	63	6'	Sin revestir. 3,600 y revestido. 6,000	La piedra de la misma excavación. Id.
Arschwiller. 1840	Id.	Id.	410	8'00	28	3'75	5,200 á 5,600	Proyectados 22 pozos y construidos solo 17.
Mauvages. 1840	Id.	Margas fáciles de trabajar.	4,800	7'80	120	A los 6 años no esta- ba aun terminado.	6,200 á 6,800	
Santa Catalina. . . 1844	F.-C. del Havre.	Creta y sílice (mucha agua).	1,050	7'62	151			
Galle perforada. . . .	Id.	Creta y sílice con poca agua.	80	7'62	16			
Boulingrin.	Id.	Id.	1,460	7'62	21		De 4,000 á 4,800	
Cementerio de S. Mauro.	Id.	Id.	1,134	7'62	27			
Monte Riboudet. . . .	Id.	Id.	360	7'62	26			
Pissy Poyille.	Id.	Id.	2,200	7'62	66			
Pissy Poyille.	Id.	Id.	200	7'62	28			
Le Banage.	Id.	Id.	160	7'62				
Holleboise.	Id.	Id.	2,600	6'48			10,400	
Box.	Id.	Id.	2,850	6'48			11,400	
Graud-Wersten.	F.-C. del mismo nombre	Areniscas, yeso, margas ar- cillosas y yesosas, arena (mucha agua).					10,836	Esta todo revestido. Enjuerzulo con 15 pozos no fue posible bajar á so- lera los 4 centrales y hubo por lo tanto necesidad de abrir longitudi- nalmente la galería de 1750m. sin mas pun- tos de ataque que los dos propor- cionados por los pozos extremos de 103m. profundidad el 1.º y 39 el 2.º
Wite Hall.	F.-C. d'Exeter.						5,804	
Mondar. 1856	Canal de Urgel.							
Lenguadera. 1857	Canal de Urgel.	Arenisca fuerte y margas ar- cillosas.	4,917	6'976	146,5	5'50	(1)	5,500
Granollers. 1859	F.-C. del mismo nombre.	Margas, greda arenosa (agua)	288	6'976		1	1,937	
San Jorge. 1860	Canal de Urgel.	Id. areniscas, conglomerados (idem)	575	9'4	56,36	1'25	6,536	
			290	6'976		1'50	2,436	

(1) Aun cuando este es el costo real del metro lineal, costo bien barato por cierto, segun puede deducirse del examen de este mismo cuadro, la Sociedad mediante su ventajoso contrato, lo ha pagado solo á 3400 rs., representando la notable diferencia entre estos dos precios una pérdida de consideración que los constructores han experimentado en esta obra.