

ba consigo el cemento, y para evitar esto se agregó una poca de arcilla al mortero para darle alguna consistencia.

La cantidad total de materiales consumidos en la construcción del túnel, se computa de la manera siguiente:

- 22.000,000 de ladrillos.
- 1.000,000 dovelas de betón comprimido.
- 25,000 metros cúbicos de mortero de tezontle y cal.
- 20,000 metros cúbicos de piedra común de mampostar.
- 20,000 toneladas de carbón quemado en las máquinas y fraguas.
- 10,000 cuerdas de leña en los hornos de materiales.
- 5.000,000 pies B. M. de madera, ó sean 11,800 metros cúbicos.

*Naturaleza del terreno.*— El avance de los trabajos en el túnel, una vez vencida la dificultad del agua que constituyó el principal obstáculo, dependía en segundo término de la naturaleza del terreno que se tenía que atravesar. Este puede dividirse en dos clases, bajo el aspecto de su consistencia: la una consistía en toba volcánica pomosa, la otra en margas. La toba dominó en la parte Sur del túnel y la marga hacia el Norte. Después de ellas hubo una formación intermediaria, compuesta de detritus de toba con arcillas más ó menos margosas. Estas formaciones no se medían en un orden regular, sino de una manera accidentada, hasta tal punto, que no era posible prever qué terrenos se encontrarían de una semana á otra.

Como irregularidades dignas de notarse, lo fueron: un banco de arenisca, muy consistente, aunque de corta extensión; otro de roca (toba caliza) como de 80 metros de longitud que no pudo atacarse de otra manera que por medio de explosivos, á diferencia de lo que pasó en el resto del terreno en que los explosivos se usaron solamente para facilitar y apresurar el avance de las excavaciones.

En oposición á lo anterior se encontró un tramo de terreno muy blando de 150<sup>m</sup> de longitud. Los tramos se sucedieron uno á otro en el espacio comprendido entre las lumbreras VII y VIII.

Además de estas irregularidades, se encontró otra, consistente en la existencia de un hueco de terreno que almacenaba un lodo fluído, con cierta presión. Este se halló entre las lumbreras IX y X, y se llegó á él avanzando al frente Norte de la lumbrera núm. IX. En la proximidad del depósito el avance de la frente se hizo por demás difícil por la blandura del terreno; pero sin sospechar

la existencia del depósito. La comunicación, sin embargo, se efectuó de un modo inesperado, y el lodo fluído hizo irrupción inundando 200 metros de galería, arrastrando consigo madera y aun á los mismos operarios, quienes por fortuna pudieron salir á salvo. La irrupción se verificó dos veces.

La toba fué el material más propicio para la apertura de galerías y lumbreras, más particularmente para la ampliación de esas galerías á fin de convertirlas en túnel; las excavaciones casi no requerían ademe, ó éste era en extremo sencillo. Las margas, por el contrario, expuestas al aire se hinchaban y desagregaban, y requerían en toda excavación practicada que se ademara inmediatamente; los ademes tenían que ser, además, bastante reforzados.

Sin embargo, excepción hecha de los tramos accidentales á que se ha aludido, no hubo en general dificultades serias con respecto al terreno, de manera que los ademes no revistieron caracteres especiales que merezcan señalarse.

Entre las lumbreras VII y VIII se encontró un terreno sumamente blando, según queda dicho. La galería de desagüe que se abrió en él vino estrechándose, á pesar de que se reforzó el ademe intercalando marcos; pero las cosas se extremaron hasta el punto que fué preciso obstruir la galería. Se temió, en efecto, que la corriente misma del agua atacara el terreno y que ocurriese un derrumbe de trascendencia. Para prevenirlo se construyeron dos presas en los extremos del trayecto, y entre ellas se construyó un haz de tubos de 0<sup>m</sup>30 de diámetro, cada uno de ellos perforando las presas con sus extremidades, y con este expediente se conservó la galería sin interrumpir el desagüe; pero se inutilizó para el tráfico á través de ella.

*Ademe.*—Sólo haré mención del que se refiere á la galería y túnel.

Respecto del de la galería preparatoria no difería del que es usual, pues baste decir que la equidistancia de los marcos fué de 1<sup>m</sup>00, y que en los escasos lugares en que el terreno era muy blando, fué suficiente intercalar otros marcos á los que se ponían de ordinario. Pero antes de proseguir con lo relativo al ademe, haré algunas reflexiones y consignaré algunos datos conducentes al objeto.

Ya he tenido ocasión de manifestar que las Compañías contratistas no veían en la galería más que un auxiliar necesario para

construir un tramo del túnel. Era muy frecuente que en su época una frente de galería no excediese á la del túnel, en las diversas lumbreras, más que de cinco á diez metros. Nunca entró en sus planes, he dicho también, correr una galería extensa que sirviera para el desagüe general á la vez que para el servicio y ataque simultáneo de varias frentes de túnel, y por último, que tanto en el período provisional como en el definitivo de Administración, la Junta Directiva del Desagüe acordó é hizo llevar á cabo la apertura de esa galería, logrando poner fin á la construcción del túnel en más breve tiempo del que se había previsto, y con ahorro de instalaciones y servicios de desagüe.

La extraordinaria rapidez con que se obtuvo la galería, mayor indudablemente de la obtenida en trabajos semejantes, debe atribuirse á las siguientes razones: Primera y más importante, á la continuada atención y vigilancia personal de día y de noche, no sólo de los sobrestantes sino del mismo personal de ingenieros, quienes medían todas las mañanas el trabajo hecho, é imponían, según los casos, multas severas ó primas á los destajeros. Segunda, á la atención que se dedicó á los menores detalles del trabajo, siendo el principal el de que la vía férrea se conservase en estado perfecto, que la dotación de coches fuese la necesaria, y que los malacates y el servicio de extracción en las lumbreras fuese también perfecto, de manera que no interviniese ninguna demora ni interrupción en el servicio. Tercera, al hecho de haber aumentado el precio de los subcontratos ó destajos además de las primas que se le venían concediendo, aumento que quedó más que compensado con el tiempo ganado en el avance. Cuando á pesar de alguna oposición se redujo á ocho horas el tiempo del trabajo en lugar de diez en el día, se consiguió también tener un cuele por día de 5<sup>m</sup>50.

Durante las ocho horas de trabajo las paradas de operarios permanecían constante é irremisiblemente en sus frentes. De ordinario tres hombres atacaban la frente, y de seis á diez, según la distancia que había á la próxima lumbrera, hacían el servicio de acarreo de tierras en coches, todos vigilados por capataces. Este pueblo se renovaba cada ocho horas. Había además un sobrestante inglés ó americano que cuidaba de la colocación del ademe en línea recta y á nivel, y tenía la obligación de vigilar la operación por doce horas. Además de la cuadrilla de operarios, de que se ha hablado, había

otra de seis hombres que abrían el caño de desagüe, armaban nuevos tramos de vía y completaban los marcos del ademe.

En las lumbreras se hacía el servicio con un hombre situado en el fondo, quien por medio de una campana se comunicaba con el exterior, á fin de avisar cuándo debía ascender el elevador que conducía los coches cargados; y fuera, en la parte superior de las lumbreras había de dos á seis hombres encargados de recibir y conducir los coches á los terreros para descargarlos.

Cuando el servicio general de cuele de galería no sufría ningún trastorno, la tarea que se exigía era de 5 metros lineales en 24 horas, salvo que hubiese dificultades, como tropezar con terreno pesado ó blando.

La dinamita se empleó sin excepción para apresurar por lo menos el cuele, consumiéndose de 2 á 3 libras por metro lineal de cuele, y una libra por metro cúbico.

En el túnel se distinguían dos clases de ademe: uno en terreno ligero que era la toba, ó tepetate como se le llama comunmente, y el otro en terreno pesado, que era la marga, llamada vulgarmente jaboncillo, la cual se alteraba al quedar expuesta al aire y requería, por este motivo, un ademe relativamente reforzado.

La facilidad que ofrecían las tobas permitía no solamente usar ademes más ligeros, suprimiendo madera, sino que casi siempre podían atacarse dos tramos de ampliación de galería ó túnel simultáneamente, y veces hubo que se atacaron hasta seis tramos. En las margas no fué posible obtener semejante simultaneidad. Un tramo sólo podía ampliarse á favor de un ademe reforzado, y además era preciso esperar á que su mampostería estuviese terminada antes de emprender un nuevo tramo. Los tramos medían 4<sup>m</sup>25 de longitud; pero en los abiertos en marga hubo que reducir la longitud á 2<sup>m</sup>75.

El juego ó dotación de madera para cada tramo se componía de nueve varas ó vigas, tres de ellas eran de encino, con sus puntales y apoyos ó pies derechos, formados de dos piezas ensambladas, y además de las piezas auxiliares empleadas en esta clase de ademe, las cuales representan las láminas 9 y 10. La longitud de los tramos de 4<sup>m</sup>25 se reducía, como acabo de manifestar, á 2<sup>m</sup>75 cuando el terreno era muy blando; y cuando era bastante resistente y pesado, el número de varas ó vigas empleadas era de 7, en lugar de 9, como se ve en las láminas 6 á 8, en que el ademe es mucho más sencillo.