

Nuevo túnel a prueba de hundimientos en la cuenca carbonífera del Sarre,

por Otto Weiss.

(De la Revista E. T. R., septiembre 1957, págs. 317 a 336.)

El antiguo túnel de Bildstock, perteneciente a la línea Saarbrücken-Neunkirchen, atraviesa las minas de carbón de Maybach, Reden y Heinitz. A partir del año

Desde el año 1914 se han venido considerando las posibilidades de extracción de tan importante cantidad de carbón, no habiéndose iniciado la explotación por temor a que los asientos irregulares produjesen daños de importancia en la bóveda del túnel. Después de tantear diversas soluciones se decidió la construcción de una

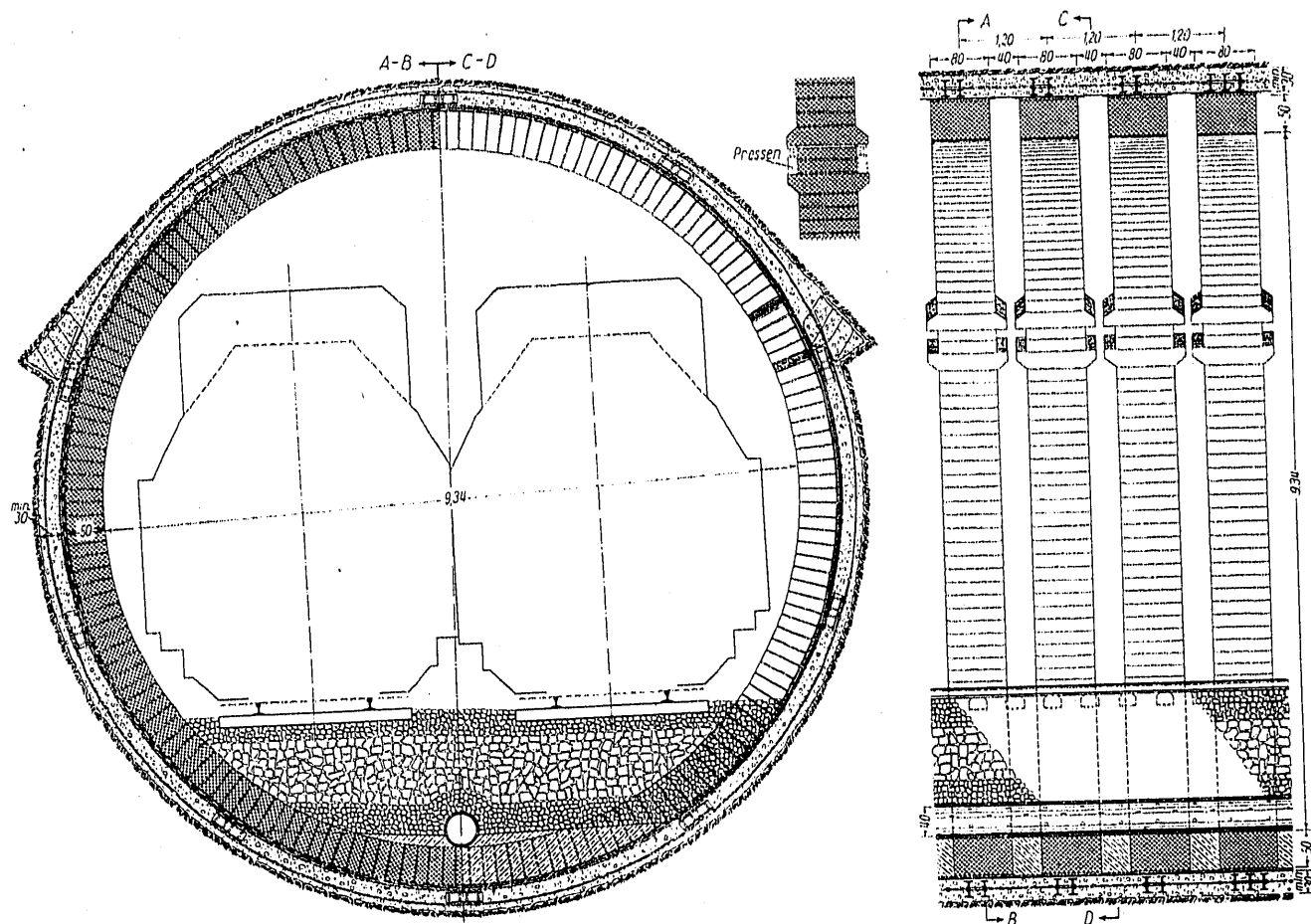


Fig. 1.ª — Sección transversal y longitudinal del túnel.

1950, fecha de su construcción, se estableció la prohibición de extraer carbón en una extensa zona situada por debajo del túnel, pues en caso contrario los hundimientos producidos hubieran arruinado la obra. Esta zona de seguridad tiene a la altura del túnel una anchura de 50 m. y desciende a ambos lados con una pendiente de 60°. En su interior se conservan unos 8 millones de toneladas de hulla.

variante del trazado que incluye un nuevo túnel a prueba de posteriores asientos.

Construcción del nuevo trazado.

Generalidades. — La variante tiene una longitud total de 1 572 m., de los cuales 336,8 m. pertenecen al túnel. Las trincheras que dan acceso al mismo alcanzan pro-

fundidades de 24 y 35 m., respectivamente, en cada boca. El túnel es de sección circular de 9,34 m. de diámetro y de doble circulación, habiéndose construido según una idea del profesor Caquot.

Descripción del túnel. — Considerando los asientos irregulares que se habrían de presentar, estaba claro que solamente daría resultado una bóveda construida por varios elementos independientes entre sí. La solución presentada por el profesor Caquot estriba en que las dimensiones de estos elementos, tanto en sentido longitudinal como transversal, se han reducido a un valor mínimo que asegura la estabilidad necesaria frente a todas las posibles sollicitaciones. Siendo la sección circular la más favorable en este caso, se encomendó la fun-

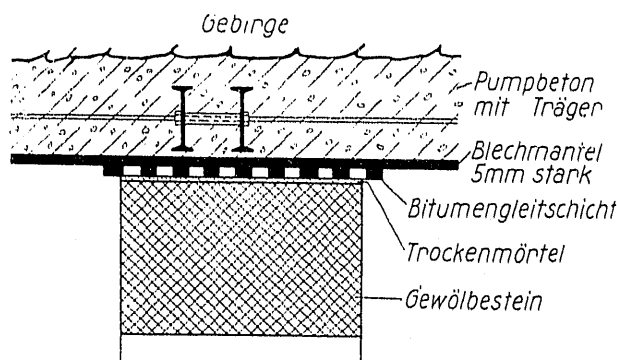


Fig. 2.ª — Detalle de la unión entre las dovelas y el revestimiento.

ción resistente a unos anillos independientes constituidos por dovelas prefabricadas de hormigón fuertemente armado. Entre estos anillos resistentes y la roca existe un revestimiento de hormigón inyectado que por haberse realizado con cemento sobresulfatado sirve de defensa ante las aguas agresivas. En el interior del recubrimiento quedaron embutidos los arcos de perfil laminado I 22 que se utilizaron en la entibación.

Una chapa metálica de 5 mm., recubierta de betún deslizante, separa al revestimiento de los anillos resistentes y permite el movimiento de estos últimos. En las figuras 1.ª y 2.ª puede verse esta disposición con mayor detalle.

La sucesión de estos anillos separados entre sí forma un túnel que es movable en dirección longitudinal. La movilidad queda asegurada por la capa deslizante descrita anteriormente.

Una vez cerrados los anillos se ponen en carga mediante gatos que actúan entre dos dovelas-ménsula (figura 1.ª). Las juntas que aparecen se rellenan de mortero descimbrándose a continuación el anillo. Los gatos se recuperan al cabo de veinticuatro horas, cuando el mortero ha adquirido resistencia suficiente.

Construcción del túnel. — Se realizó en nueve fases (figura 3.ª). En las fases 1.ª y 2.ª se perforó una galería de avance de 20 m.² de sección, ampliándose luego a derecha e izquierda. Se emplearon jumbos sobre carriles. En la fase 3.ª se colocó la entibación metálica, necesaria para la prosecución de los trabajos. En la fase 4.ª se hormigonó con bombas la parte superior de la bóveda. En la fase 5.ª se terminó la excavación de toda la sección, utilizándose jumbos sobre orugas, bulldozers y vagonetas sobre carriles. En la fase 6.ª se completó el revestimiento, quedando el túnel en condiciones para iniciar la construcción de los anillos resistentes. En la fase 7.ª se colocaron las dovelas hasta llegar a la horizontal mediante un puente-grúa, continuándose la construcción de los anillos con una segunda máquina, que servía al mismo tiempo de cimbra hasta la puesta en carga de los anillos.

Fabricación, transporte y puesta en obra de las dovelas. — El número total de dovelas necesarias para la construcción de los anillos alcanzó la cifra de 50 000 (281 anillos de 178 dovelas cada uno). El proceso de su fabricación y puesta en obra se mecanizó al máximo para conseguir terminar la obra en el corto plazo previsto con la mayor economía posible.

El procedimiento de construcción adoptado fué el sistema Billner, de hormigón al vacío. El agua en exceso que acompaña al hormigón se extrae inmediatamente después de rellenar el molde mediante aspiración a través del encofrado. De este modo se consigue desencofrar las dovelas rápidamente mejorando al mismo tiempo la calidad del hormigón gracias a un vibrado eficaz y a una disminución de la relación agua-cemento.

El taller de fabricación se instaló a pie de obra y disponía de dos cadenas de producción. Cada cadena está formada por una mesa vibratoria, cuatro moldes y un cabrestante monocarril. La producción alcanzó la cifra de 30 dovelas por hora.

Los moldes tienen en cada una de sus paredes las correspondientes cámaras de vacío. Cuando se inicia la fabricación se depositan los moldes sobre la mesa vibratoria mediante el cabrestante monocarril. Se introduce posteriormente la armadura y se vuelca el hormigón. Finalizada la vibración comienza la extracción del agua, retirándose el molde a continuación mediante el monocarril, que lo deposita en el suelo. El proceso de aspiración continúa tres a cuatro minutos más, pasados los cuales se desencofra la dovela y se limpia el molde, que queda dispuesto para su inmediata reutilización.

Para transportar las dovelas hasta el almacén se han empleado unas ventosas de espuma de goma a través de las cuales se hacía el vacío con una bomba rotativa adosada al cabrestante monocarril.

La puesta en obra se ha realizado en su primera etapa con un puente-grúa equipado asimismo con ventosas para el mejor manejo de las dovelas.

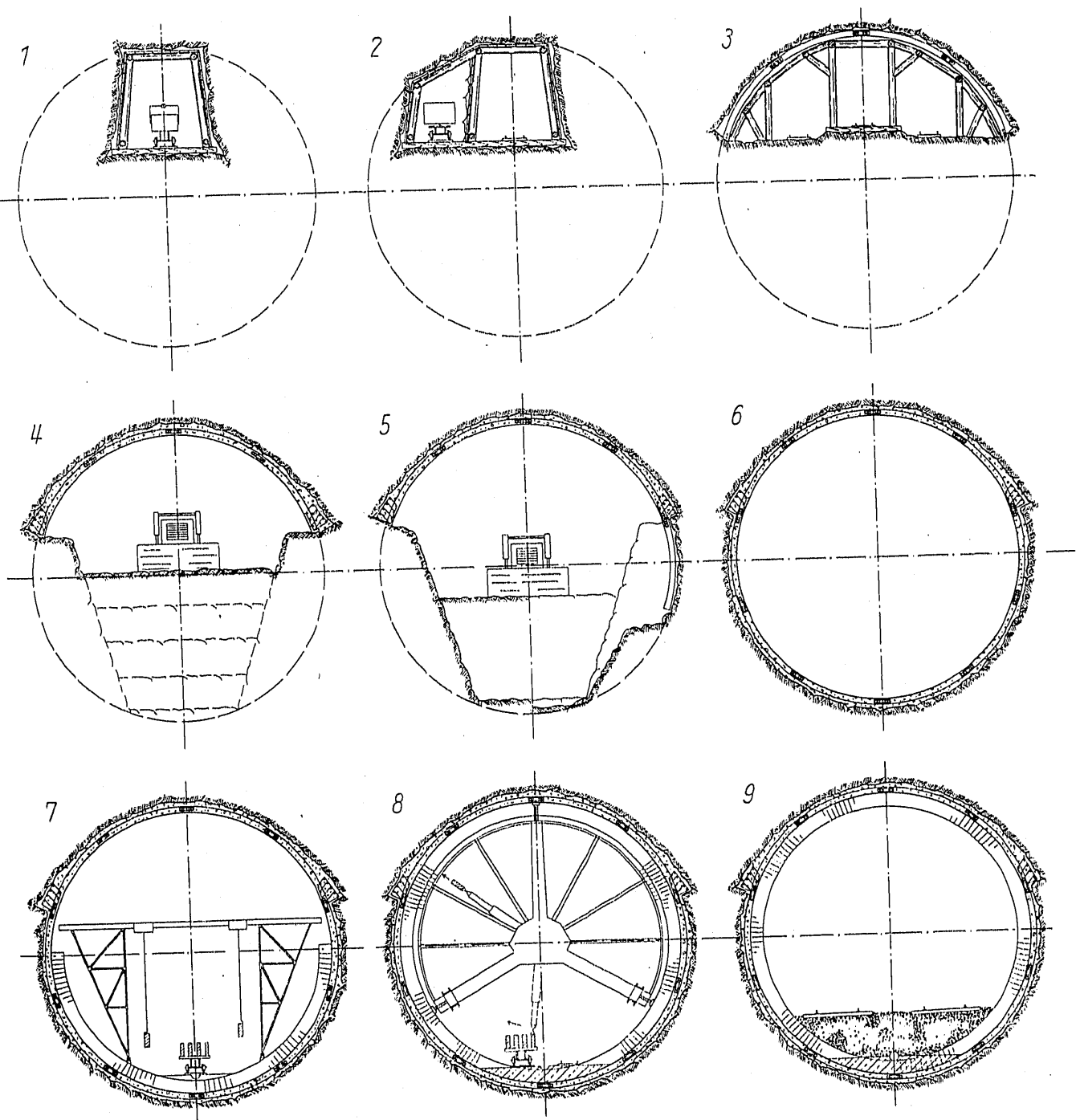


Fig. 3.ª — Proceso constructivo del túnel.

En la segunda etapa se utilizó una máquina proyectada y construida por la propia Empresa. Es una cimbra circular que se apoya a través de dos brazos sobre el revestimiento. Dispone de un tercer brazo telescópico que puede girar alrededor del centro del círculo. En su extremo se han acoplado unas ventosas de espuma de

goma que se adhieren perfectamente a las dovelas. De este modo va tomando las dovelas situadas en una vagoneta y las coloca en su lugar correspondiente.

Los procedimientos de vacío utilizados están patentados en todos los países, habiéndose solicitado la correspondiente licencia de la Vacuum-Concrete de París.

F. L. P.