

Montaje de línea.—Tropieza éste con serias dificultades, originadas por el intenso tráfico de las secciones electrificadas.

Organizados los almacenes y talleres, se procedió al hormigonado de los macizos para los postes, operación que se realizó mediante el empleo de trenes de trabajos provistos de hormigoneras; en los macizos

caleras móviles verificaban el tensado definitivo de la línea y procedían a la fijación del material menudo. La fotografía de la figura 12 representa una brigada ocupada en esta operación.

Gracias a estos medios el montaje de la línea, ejecutado por la Sociedad de Grandes Redes Eléctricas, se realizó dentro de las fechas al principio señaladas.

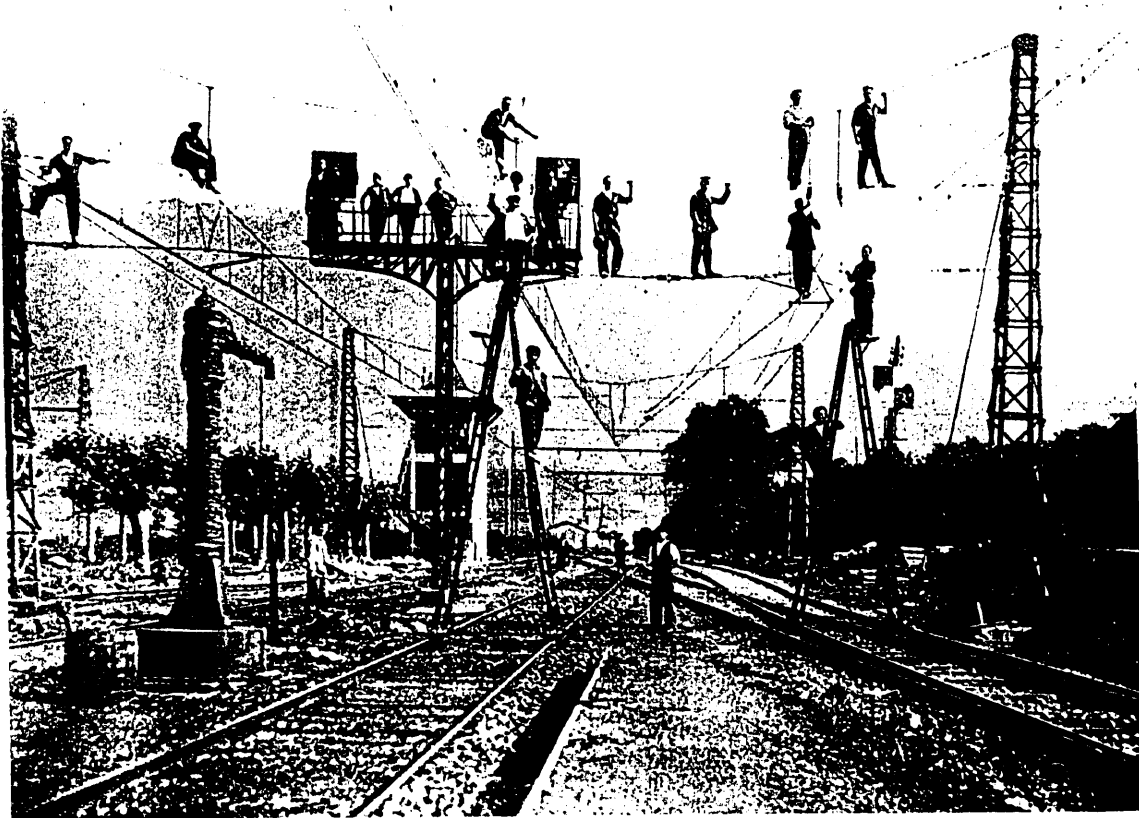


Fig. 12. Una fase del montaje de la línea de contacto

quedaba el hueco que había de ocupar la base del poste. Otros trenes de trabajos transportaban los postes y, por medio de grúas móviles, los colocaban en el macizo preparado; mientras, posteriormente, brigadas a pie rectificaban su posición y procedían al hormigonado de la base; normalmente, en la operación de colocación de un poste no se tardaba más de dos o tres minutos.

Asimismo, se utilizaron trenes de trabajos para la colocación de los soportes en túnel y tendido de cables; brigadas provistas de vagonetas-andamios y es-

Plazo breve si se considera que, teniendo en cuenta las extensiones de las vías principales más allá de las estaciones terminales y la superposición de catenarias en los seccionamientos a intervalo de aire, en las secciones de Barcelona a Manresa y San Juan de las Abadesas se electrificaron 245 km de vías generales y 47 km de vías de estaciones (total, 292 km), y en la sección de Alsasua-Irún, 224 km de vías generales y 54 km de vías de estaciones (total, 278 km); el total de vías equipadas en ambas electrificaciones alcanza, pues, a 570 km.

José GARCÍA LOMAS
Ingeniero de Caminos

La descomposición de los cementos en el mar

El mecanismo de la descomposición lenta de los cementos al contacto de soluciones acuosas, tales como el agua de lluvia, el agua de río, las aguas salinas y, en fin, el agua de mar, comienza a ser bastante bien definido. Conocemos los factores elementales cuya acción provoca esta descomposición. Esto no supone que tengamos el medio de prever en todas las circunstancias cómo se conducirá un aglomerante

dado, colocado en condiciones determinadas. La magnitud de los factores en juego es demasiado variable y demasiado difícil de medir para permitirnos conclusiones seguras.

Sin embargo, la experiencia permite precisar ciertos hechos, que deseo recordar. Examinaré aisladamente la acción individual de cada uno de los factores en juego.

PRIMER FACTOR: ACCIÓN HIDROLIZANTE DEL AGUA

Cuando se lava en el laboratorio una briqueta de mortero con agua destilada exenta de ácido carbónico, se disuelve progresivamente el hidrato y las sales de cal, tanto más rápidamente cuanto más solubles son. Se aumenta así progresivamente la porosidad de los morteros, que acaban por descomponerse completamente. Las cantidades mínimas de agua necesarias serán, aproximadamente, del orden de medio litro para un gramo de sulfato de cal, de 5 litros para un gramo de aluminato de cal y de 50 litros para un gramo de silicato de cal.

SEGUNDO FACTOR: ACIDO CARBÓNICO

El agua destilada conteniendo pequeñas cantidades de ácido carbónico, como el agua de lluvia, disolverá de la misma manera el sulfato de cal, sobre el cual el ácido carbónico no actúa. Pero este agua disolverá menos completamente la cal hidratada libre, de la cual una parte será precipitada al estado de carbonato, y disolverá aún menos la cal de los aluminatos y los silicatos, de la cual la casi totalidad será insolubilizada por carbonatación. Esta carbonatación tiende, sin embargo, a aumentar un poco la porosidad de los morteros.

TERCER FACTOR: BICARBONATO DE CAL

Las aguas de manantial o de río contienen bicarbonato de cal soluble, que a consecuencia de la saturación de su ácido carbónico deja precipitar carbonato neutro de cal, que obstruye poco a poco los poros del mortero. Los recipientes de hormigón de cemento, que dejan al principio salir algún agua, acaban por impermeabilizarse completamente. Desde este punto de vista, las aguas naturales son tanto más favorables a la conservación de los morteros cuanto más calizas son.

Procede tomar en consideración un fenómeno muy importante, que se manifiesta en todas las reacciones de los cuerpos disueltos sobre la cal del cemento. Según los casos, la reacción se produce en el interior de la masa o solamente en la superficie.

Consideremos primeramente el caso de un fragmento de mortero en reposo dentro del agua. El ácido carbónico tiende a difundirse a través del agua que llena los poros del mortero, y al mismo tiempo la cal tiende a difundirse en sentido contrario. Según las velocidades relativas de los dos desplazamientos, la reacción se producirá al interior o en la superficie del fragmento de mortero. Estas velocidades de difusión dependen de la concentración de la solución acuosa y de la solubilidad del elemento calizo del cemento. La cal grasa dará una solución de cal diez veces más concentrada que el aluminato de cal y cien veces más concentrada que el silicato de cal.

Consideremos ahora el caso en que existan diferencias de presión de un punto a otro del mortero. En un depósito lleno de agua la presión hace penetrar al interior el líquido por las grietas o los poros del hormigón. La disolución acuosa pasa así al interior del mortero. Es lo mismo para las mamposterías en contacto con los mares que tienen mareas, como el Océa-

no. A cada flujo y reflujo de la marea, el agua de mar penetra en todos los huecos, obra en el interior de la masa y después es expulsada por la gravedad cuando el mar baja.

CUARTO FACTOR: SOLUCIONES DE CLORURO DE MAGNESIO

La magnesia es precipitada por la cal, y el cloruro de calcio formado es arrastrado por disolución en el agua. Cuando se coloca un fragmento de cemento artificial o de cal hidráulica, es decir, un aglomerante en que se forma hidrato de cal libre durante el endurecimiento, la magnesia es enteramente precipitada bajo forma de cutícula en la superficie del fragmento. No hay penetración de magnesia en el interior de la masa. Este hecho ha sido reconocido, hace mucho tiempo, por Vicat, apoyándose sobre análisis químicos. Yo he comprobado el hecho de una manera más clara todavía, sustituyendo el cloruro de magnesio por el cloruro de cobalto, que da la misma reacción. La coloración intensa del óxido de cobalto permite reconocer a simple vista que toda la precipitación se hace en la superficie, sin ninguna penetración. La disolución de la cal, que camina hacia la superficie, aumenta la porosidad de la briqueta y disminuye un poco su resistencia; pero no hay, hablando propiamente, destrucción, pérdida completa de resistencia; por tanto, se admite que las disoluciones de cloruro de magnesio no son un agente de destrucción de los morteros.

QUINTO FACTOR: SULFATO DE CAL

El sulfato de cal obra sobre el aluminato tricálcico para dar sulfoaluminatos. Esta reacción, según los casos, está acompañada de expansiones, ocasionando la destrucción del mortero; o al contrario, ella puede provocar el endurecimiento. Lo mismo la formación del hidrato de cal a expensas de la cal anhidra no combinada produce expansiones y la disgregación, mientras que la formación más lenta del hidrato de cal a expensas del silicato tricálcico es una causa de endurecimiento.

En presencia de un exceso de cal, la alúmina es insoluble, y en este caso el sulfato de cal puede penetrar por difusión en el interior del mortero para atacar el aluminato sólido y producir así la destrucción del mortero. Si, por el contrario, no hay cal libre, sino solamente una disolución muy diluida de cal procedente de la hidrólisis del aluminato, como sucede con el cemento aluminoso, la combinación se produce sobre el aluminato de cal disuelto y aumenta el endurecimiento.

ACCIÓN DEL AGUA DE MAR

La acción del agua de mar es muy compleja, puesto que a la vez contiene ácido carbónico, favorable al endurecimiento de los morteros, cloruro de magnesio, sin gran influencia, pero tendiendo a aumentar la porosidad; además, los sulfatos de cal y de magnesia, que tienden a producir expansiones por la formación de sulfoaluminato de cal. Estas diversas reacciones intervienen conjuntamente y es difícil precisar la parte que corresponde a cada una de ellas.