

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

La comunicación más directa y rápida entre Europa y África.

Recientemente ha publicado esta Revista la conferencia dada en el Instituto de Ingenieros Civiles por nuestro compañero don Enrique Morales acerca de «La gran red de ferrocarriles africanos y necesidad de completar la nuestra con líneas directas». La hemos leído con el interés que merecen lo sugestivo del tema y la competencia del conferenciante, lamentando no haberla podido escuchar de sus propios labios.

El estudio del Sr. Morales es completísimo; demuestra un conocimiento poco común de los problemas que plantea y se llega en él a la consecuencia primordial de la necesidad de establecer *la más directa y rápida comunicación entre Europa y África*.

No vamos a discutir la existencia de tal necesidad porque el examen de los argumentos que pueden aducirse en uno y otro sentido nos llevaría demasiado lejos. Dando por sentado que sea urgente el establecimiento de esa comunicación, vamos a exponer algunas observaciones que nos sugiere la determinación del trazado que debe seguir el ferrocarril que realice el objeto propuesto.

Publica el Sr. Morales un cuadro comparativo de las horas de viaje invertidas entre la frontera francesa y Argenciras por los ferrocarriles actuales, y las que bastarían para el mismo recorrido con la construcción del ferrocarril eléctrico directo, descomponiendo la línea en las dos secciones Frontera-Madrid y Madrid-Algeciras.

Prescindimos de lo que a esta última se refiere, puesto que no existe aún el anteproyecto, que está en cambio redactado para la sección Madrid-Frontera, y vamos a ocuparnos de lo que a ésta se refiere.

Resulta del mencionado cuadro comparativo que, por la actual línea del Norte se invierten entre Madrid y la frontera francesa catorce horas dieciséis minutos, con velocidad media de 44,5 kilómetros por hora, y, aunque para nuestro objeto no tenemos inconveniente en aceptar esos números, hemos de consignar que el tren rápido núm. 9 hace el recorrido en once horas cincuenta y un minutos, a la velocidad media por hora de 52,73 kilómetros.

En dicho cuadro se supone que el recorrido por la nueva línea se hará en siete horas con velocidad media de 62,8 kilómetros.

Pero al establecer una comparación es indispensable colocar

en iguales condiciones a los dos términos de la misma, y en este caso es necesario que supongamos electrificada la tracción en la línea del Norte, como lo estará en el ferrocarril directo que se proyecta y que se calculen las velocidades que en la primera podrían en tal caso desarrollarse.

Hemos tenido la paciencia de estudiar el perfil de la línea de Madrid a Irún por Avila rasante por rasante y su trazado en planta alineación por alineación y hemos aplicado a cada trozo de línea según su inclinación y según su curvatura, cuidando de sumar los efectos de ambas características, la velocidad que le debe corresponder con tracción eléctrica con datos tomados del anteproyecto del directo.

Hacemos gracia a los lectores de los laboriosos estados numéricos que hemos formado porque su extensión y su aridez no encajan en los límites de estas líneas, pero los tenemos a la disposición de todos, y consignaremos únicamente el resultado obtenido, que ha sido para nosotros una verdadera sorpresa, como lo será indudablemente para cualquiera.

Los 641,089 kilómetros que, según el perfil de la Compañía, tiene la línea entre Madrid y el eje del puente internacional sobre el Bidasoa, pueden recorrerse en *siete horas y cincuenta y cuatro minutos*, con velocidad media de *81 kilómetros por hora*, teniendo en cuenta las paradas en las estaciones de Avila, Medina del Campo, Valladolid, Venta de Baños, Burgos, Miranda, Vitoria, Alsasua y San Sebastián.

Resulta, pues, que la diferencia del tiempo invertido por un tren rápido con respecto al proyecto que hoy se estudia es solamente de *cincuenta y cuatro minutos* entre Madrid y la frontera, gracias a las excelentes condiciones del perfil de la línea actual.

Queda por examinar lo que ocurre entre la frontera y Dax, punto donde la nueva línea ha de enlazarse con la red francesa para acortar el viaje a París. Entre el puerto de Urriaga, donde el directo cruzaría el Pirineo, y Dax hay 107 kilómetros que el directo recorrerá, según el anteproyecto, con velocidad de 65 kilómetros, empleando, por consiguiente, una hora y treinta y nueve minutos, mientras que el terreno favorable que atraviesa la línea del Midi entre Irún y Dax (89 kilómetros), puede permitir con tracción eléctrica velocidades superiores a 80 kilómetros. Quedándonos prudentemente en esta cifra nos encontramos con que de Irún a Dax se iría en *una hora y cinco minutos*.

Por lo tanto, entre Madrid y Dax hay, por las líneas actuales electrificadas, *ocho horas y cincuenta y nueve minutos* y por el nuevo trazado *ocho horas y treinta y nueve minutos*, con la diferencia insignificante de *veinte minutos*.

Habla también el Sr. Morales en su conferencia de la necesidad de construir las líneas de distancia mínima entre Madrid y los puertos de Vigo, Valencia y Santander, y sabido es de todos que el trazado de esta última, el llamado *del meridiano*, sigue el itinerario Madrid Somosierra-Burgos-Santander, y reducirá la distancia de Madrid á Burgos, que hoy es de 369,611 kilómetros á 260, cuando más, y eso con débiles pendientes y curvas de amplitud suficiente para el desarrollo de grandes velocidades, aun cuando, con mayor tolerancia en el perfil, pudiera quedar reducida á 235 kilómetros.

La construcción de este ferrocarril implica, por consiguiente, el acortamiento de 110 kilómetros en la distancia Madrid Dax y electrificada la tracción entre Madrid y Burgos, podría hacerse el recorrido con velocidad de 80 kilómetros en *siete horas y cincuenta y cinco minutos*. Cerca de una hora de economía con relación al proyecto por Soria, Pamplona y el puerto de Urtiaga.

Parece, según esto, que cabe construir un directo, *más directo* que el que se planea y debe tenerse en cuenta esta posibilidad porque un error en cuestión tan fundamental sería funesto, y, como dice muy bien el Sr. Morales «vendrían otros, que se llamarían una empresa ó una potencia, y construirían la verdadera línea directa. ¿Qué habríamos conseguido entonces? Perder nuestro tiempo y dinero y quedar en el ridículo de ineptos ó de improvisores».

CARLOS FESSER,
Ingeniero de Caminos.

Indagación de las causas del hundimiento de la presa de Calaveras (CALIFORNIA, ESTADOS UNIDOS)

En Marzo de 1918 se ha producido un grave accidente durante la construcción de la presa de tierra de Calaveras, cerca de San Francisco, que estaba entonces á punto de terminarse: la parte superior de la obra, en una altura de unos 30 metros, se derrumbó deslizándose por el lado de agua arriba en una distancia de 100 metros, próximamente (fig. 1.^a).

Esta presa, construída por el método, muy empleado en América, del terraplenado hidráulico, estaba destinada á abastecer

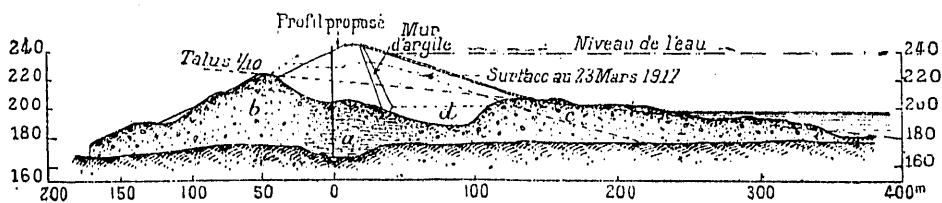


Fig. 1.^a—Corte transversal de la presa después del deslizamiento.

a, arcilla dura ó impermeable; *b*, terraplén duro pero permeable; *c*, terraplén desplazado, sólido y casi impermeable; *d*, terraplén blando que hay que quitar.

de agua á San Francisco. Desde que sobrevino el accidente los Ingenieros de la Spring Valley Water C.^o, que había emprendido esta obra, han hecho un estudio profundo de las causas que han podido producir este accidente. Las conclusiones de este estudio han sido publicadas por M. Allen Hazen en el *Engineering News Record*, y á esta revista se refiere M. L. R. M. en un artículo publicado en *Le Génie Civil*, artículo del que hacemos un resumen.

Señalaremos, con el autor, que la obra debía tener una altura de 73 metros, una longitud en la coronación de 396 metros y un espesor en la base de 370 metros. Su volumen total debía llegar á 2.400.000 metros cúbicos, y hubiera sido la más elevada de todas las presas del mundo.

La construcción de la presa comenzó hace cuatro años. Después de haber excavado en el emplazamiento del eje de la obra, una trinchera que descendía hasta la roca, se depositó una primera capa general de grava procedente del lado de agua arriba del valle y donde se extraían las piedras de un tamaño superior á 15 centímetros.

Esta grava se transportaba al emplazamiento de la presa á través de una cañería por medio de una corriente de agua suministrada por bombas centrífugas; contenía muy poca arcilla y arena fina. El agua corría con rapidez, y esta primera capa no tardó en formar una masa compacta y sólida de 12 á 15 metros de espesor. En cuanto se ha podido juzgar por los sondeos efectuados, este terraplén se ha mantenido bien y no ha tomado parte en el deslizamiento. Esta parte inferior estaba atravesada por una cañería de toma de agua de hormigón (fig. 2.^a).

Encima de esta primera capa se formó el terraplén, por una parte, de una especie de asperón tierno calcáreo, por otra parte, de tierras que se hallaban sobre este asperón calcáreo, todo ello procedente de las colinas próximas. El asperón, aunque parecía bastante compacto en el momento en que se extraía de la mina, se disgregaba en gran parte al contacto del aire y se reducía á un polvo fino semejante á la arcilla, conteniendo sobre todo carbonato y sulfato de cal y muy poca sílice. Estos materiales se transportaban sobre el terraplén en carretillas y vagones, sin someterlos á ninguna compresión, si no es la de los vehículos, de modo que el terraplén así formado se componía de una serie de capas de 1,20 á 1,50 metros de espesor, cuya parte superior sólo estaba comprimida en una profundidad de 15 á 20 centímetros. Sin embargo, bajo el peso del terraplén superior estas capas habían venido á ser compactas.

En cuanto á las tierras situadas sobre el asperón y que comprendían, además, la parte superior de estas últimas en descomposición, así como un poco de arcilla, estaban transportadas sobre el terraplén de la misma manera que las gravas, por el método hidráulico. El terraplén que formaban era tan estable y tan compacto como el del asperón. Las cantidades terraplenadas por estos dos métodos eran casi equivalentes.

El método seguido para formar el terraplén consistía en verter el asperón sobre el perímetro de la presa en talud hacia el interior, y en enviar las tierras mezcladas con agua al centro, como en una cubeta (fig. 2.^a). A medida que el terraplén aumentaba de altura la parte central se estrechaba, resultando de aquí que el terraplén superior, que tenía encima las capas húmedas y sin consistencia, ha debido hundirse hasta llegar á la capa infe-

rior de la grava. Los sondeos han mostrado, en efecto, que el centro del terraplén se componía, después del accidente, de masas de asperón rodeadas por la arcilla.

El análisis que se ha hecho de la parte central de la presa ha puesto de manifiesto que las tierras terraplenadas por el sistema hidráulico se habían transformado en una masa de aspecto arcilloso, compuesta de granos muy finos y completamente desprovistas de granos medios de 0,02 milímetros á 10 milímetros, en contra de lo que pasaba en la grava, que comprendía granos de todas dimensiones. Estas tierras de granos muy finos se han depositado en el fondo y á los lados de la cubeta central de los que aquéllas han llenado las paredes, y el agua no pudiendo escapar ha quedado aprisionado en el centro del terraplén for-