

OBRAS DE CONSOLIDACIÓN DE LA LÍNEA DE HUESCA Á FRANCIA POR CANFRANC

I.—DESCRIPCIÓN GENERAL

Atraviesa la línea de Huesca á Francia por Canfranc los terrenos que constituyen las estribaciones de los Pirineos Centrales, que tanto por sus condiciones físicas como por su constitución mineralógica, dan lugar á frecuentes corrimientos de terrenos, desprendimientos de importancia y otros accidentes, por lo que ha sido preciso ejecutar costosas é importantes obras de saneamiento y consolidación de la vía, en los 111 kilómetros que comprende la sección construída, y abierta á la explotación entre Huesca y Jaca.

Durante la construcción de la línea, comenzada en 6 de Septiembre de 1888 y abierta al servicio del público en 1.º de Junio de 1893, se ejecutaron muchas obras para la defensa de laderas y sostenimientos de terraplenes; pero en los dos primeros años de la explotación ha sido necesario complementar aquellas defensas con importantes trabajos, muchos de los cuales ya se consideró durante el período de la construcción que sería probable habrían de ejecutarse más adelante; habiendo sido aplazados algunos, en la esperanza de que acaso no fuesen indispensables, y otros, porque fueron extraordinariamente secos los años durante los cuales se construyó la línea y no podía preverse la mejor manera de contrarrestar movimientos de terrenos, que solo se conocerían bien cuando tendieran á iniciarse, esto es, cuando la persistencia de las lluvias alterase la cohesión de los macizos, venciendo sus condiciones de equilibrio.

Como contraposición á la gran sequía que reinó durante los años en que se ha construído la línea, fueron muy húmedos los inviernos de 1894 y 1895, sobre todo el último, en el que ha sido preciso ejecutar obras de defensa y reparar muchas de las ya construídas, en líneas que atraviesan mejores terrenos y llevan muchos años abiertas á la explotación.

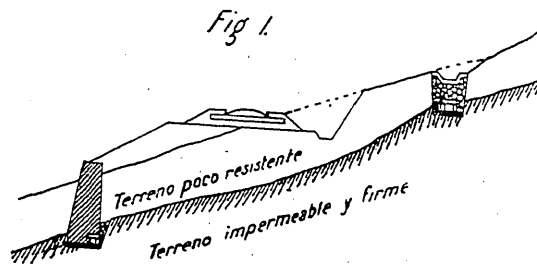
La causa de los corrimientos y desprendimientos de los terrenos suele ser, que alternando en su composición bancos ó extratos de rocas resistentes con otras que bajo la acción de los agentes atmosféricos pierden su cohesión, cuando la acción de las lluvias ó la exposición al aire hacen perder á la última su resistencia, se desagregan, desprendiéndose y arrastrando consigo las rocas ó tierras que sobre ellas insisten y siendo la causa de los corrimientos de terrenos, que se producen por el resbalamiento de los bancos descompuestos sobre las rocas resistentes que les sirven de base. Salvo los fenómenos debidos á acciones atmosféricas extraordinarias y los desprendimientos de piedras, no se observan en general movimientos y puede decirse que la mayoría de los terrenos han llegado á un estado de equilibrio que durante mucho tiempo puede considerarse como estable; pero al abrir una vía de comunicación, la exposición al aire de ciertos bancos que antes no lo estaban y fácilmente degradables; la supresión de los contrafuertes naturales formados por la configuración tomada por los terrenos y que desaparecen al practicar los desmontes; la carga debida al peso de los terraplenes y las variaciones producidas en los cursos de las aguas ordinarias y pluviales; todas estas causas alteran las antiguas condiciones de estabilidad de los terrenos, y

dan lugar á movimientos, muy difíciles en muchos casos de prever antes de construir un camino, y que es indispensable atajar.

Las obras de consolidación necesarias en la línea de Huesca á Jaca, se refieren: 1.º, á evitar desprendimientos en los desmontes; 2.º, á impedir movimientos en el terreno sobre el que insiste la vía. La diferencia entre estas dos clases de corrimientos estriba en la profundidad á que afectan; si no llegan al nivel de la explanación, estamos en el primer caso, si pasan de él en segundo; ocurriendo amenudo en las laderas que, á la vez que hay desprendimientos en el desmonte, se corre el terreno sobre el que insiste el terraplén.

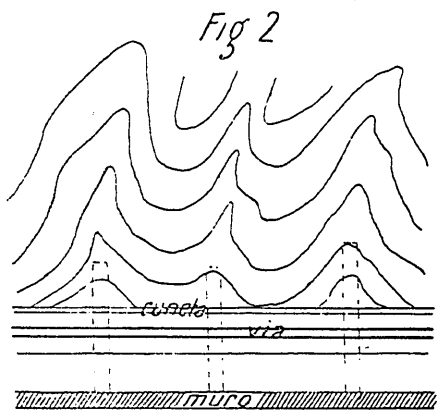
Para evitar los desprendimientos en las grandes trincheras, se recurre en muchos puntos de la línea al sistema de hacer una cuneta á algunos metros del borde para evitar que las aguas superficiales destruyan el talud, y á veces, como se detallará más adelante, se emplean cunetas dobles, recogiendo en la superior las aguas superficiales y en la segunda, cuyo fondo está en el liso ó banco de deslizamiento, el resto de las aguas infiltradas en el terreno. Cuando el saneamiento de la ladera exigiese cunetas de gran profundidad, se sustituyen por drenes formados por pedraplenes normales á la vía, que se describirán al tratar de los corrimientos que afectan á la explanación. El talud de los desmontes se reviste en muchas ocasiones de mampostería en seco ó con mezcla, en la parte que por la naturaleza de los bancos que quedan al descubierto esté expuesta á degradarse por los agentes atmosféricos; cuando los desprendimientos que amenacen caer sobre la vía por el corrimiento de los taludes puedan ser de importancia, se convierten en varios casos los revestimientos en muros de contención de gran espesor, y hay ocasiones en que los bloques sueltos y tierras que pudieran caer amenudo sobre la línea, causa tales dificultades en la explotación, que es conveniente cubrir las trincheras, estableciendo túneles artificiales con una carga de uno á dos metros de tierras para evitar la acción que pudieran ejercer sobre la bóveda los desprendimientos de tierras y piedras.

Para impedir los movimientos del terreno sobre el que se apoya la vía, se han empleado procedimientos diversos, según las circunstancias que concurren en cada caso. Como se ha dicho anteriormente, el movimiento del terreno es debido al deslizamiento de una capa reblandecida por las humedades sobre otra capa de terreno más resistente. Las obras que se ejecutan para evitar estos corrimientos son de dos categorías: unas se oponen mecánicamente al movimiento, y consisten en muros como el que



se representa en la figura, empotrados en el terreno firme; y las otras son cunetas ó drenes que recogen las aguas que discurren por la ladera, impidiendo así el re-

blandecimiento por las humedades del terreno sobre el que insiste la vía, y evitando, por consiguiente, su corrimiento. Cuando el terreno impermeable llega á aparecer en la superficie, ó se encuentra á muy poca profundidad, se establece la cuneta siguiendo la intersección de dicho terreno, con lo que se recogen por completo las humedades que podían influir en el terreno flojo; si se encuentra el banco firme á alguna profundidad, se establece la cuneta siguiendo la línea determinada por los puntos en que el banco impermeable se encuentre más próximo de la superficie, puntos que se determinan practicando sondeos en número suficiente, y en este caso se emplean las que denominamos cunetas dobles, que recogen en su parte superior las aguas superficiales y en la inferior, que es una tajea en seco, dentro de una zanja rellena de piedra constituyendo un dren, las que corren infiltradas por el terreno permeable, llevando el fondo y una de las paredes de hormigón para interceptar por completo el paso de las aguas. Ocurre, por último, en varios casos, que la profundidad á que se encuentra el banco impermeable y las malas condiciones del terreno hacen imposible la aplicación del sistema de cunetas para evitar que las humedades lleguen á la zona de la explanación; en este caso, se recurre al sistema de recoger las aguas de la ladera por crenes de piedra en seco que atraviesan la vía en los sitios cruzados por las vaguadas y arrancando normalmente á la línea, sirven á la vez que de contrafuertes de la masa removida, de colectores de las aguas subterráneas, para lo que profundizan hasta llegar al banco impermeable. De este modo los drenes descriptos recogen casi toda el agua, y sólo llegará al muro directamente, la que siga la pendiente de la ladera, pequeña relativamente á la que por las transversales ha sido recogida en las vaguadas ó barrancos, pudiendo llevarse este agua á los colectores por drenes transversales. Generalmente enlazan todos los contrafuertes por medio de un muro, en la forma que se representa en la figura.



Los muros de contención se hacen muy frecuentemente de mampostería en seco para dar salida á las aguas que pudieran actuar sobre su cara posterior, y muchas veces en este caso y siempre, cuando se construyen con mampostería con mezcla, debe dejarse una cuneta como la que se representa en la figura I, al pié del muro y por su paramento posterior, que recoja todas las aguas que pudieran minar su cimiento, dándolas salida por los extremos del muro, ó atravesando el mismo en su punto más bajo.

Descriptos los sistemas generalmente empleados y apli-

cados á la consolidación de la línea de Huesca á Jaca, haremos una ligera descripción general de las obras ejecutadas, examinando á la vez la constitución física y geológica del terreno atravesado.

Desde Huesca hasta los llamados Mallos de Riglos (kilom. 47) se encuentra el terreno mioceno lacustre, que comprende toda la parte meridional de la provincia conocida con el nombre de Tierra Llana, por sus pocos accidentes. Lo constituyen, en general, molasas, algunas resistentes, pero en su mayor parte deleznales y compuestas de arenas cuarzosas cementadas por margas, en las que son muy variables las proporciones de arcilla y caliza. Desde la estación de Plasencia (kilom. 15,640) se encuentran montículos algo pronunciados, que se acentúan al llegar á las inmediaciones de la estación de Ayerbe (kilom. 31,960), donde se faldean varias estribaciones de la Sierra de Rasal. El terreno, en las cercanías de Ayerbe, es bastante deleznable, sin que los surcos por los que discurren las aguas de las tormentas tengan carácter de fijeza, variando, por el contrario, con frecuencia grande. Ocurre, como consecuencia de esta tendencia de los terrenos á la erosión, que las obras de desagüe deben construirse en este trozo de la línea con muretes que eviten el desvío de los cáuces y zampeados, dispuestos de modo que no puedan quedar al descubierto los cimientos: la necesidad de estas obras se ha sentido en una alcantarilla del kilómetro 30,017, que ha sido preciso reforzar empedrando el lecho agua arriba y agua abajo de la obra y profundizando, además, en 1^m,50 los cimientos de los estribos. También á causa de la facilidad con que se desagregan las rocas de estos terrenos, en el kilom. 43,380, á la salida del segundo túnel de la línea, ha sido preciso revestir la trinchera en unos 70 metros de longitud por cada lado de la vía, con un muro de mampostería en seco, de talud exterior del 20 por 100, espesor en la coronación de 0,45 y en la base, correspondiente á la altura máxima 9,00 metros, de 1^m,10; el muro tiene delante una cuneta con solera de hormigón, extendiéndose esta solera por la parte interior del muro, del que constituye el cimiento.

Al llegar en el kilómetro 47 á dar vista al río Gállego, encuéntrase los notables Mallos de Riglos, separados de las formaciones que les rodean por dos fallas, y formados por gigantescos murallones que, vistos desde ciertos sitios de la línea, parecen enormes agujas verticales al pié de la Sierra de Riglos, que amenazan caer sobre la vía férrea que pasa tocando á sus bases. Están constituidos por conglomerados del eoceno lacustre, entrando en su composición cantos de calizas de grandes dimensiones. Para conocer cualquier movimiento que pudiera ocurrir en los Mallos, dispuso el Ingeniero D. Pelayo Mancebo, que en las grietas que se observan en dichas masas, se colocasen cristales cogidos con cemento, que por su rotura acusarían cualquier movimiento relativo de los bordes de la grieta. El terreno está muy trastornado por fenómenos geológicos, y desde Riglos á La Peña (kilom. 53,445) las capas cretáceas que lo forman se hallan muy dislocadas y retorcidas, formando extraños y caprichosos pliegues, como el que se observa en las proximidades del antiguo puente de piedra de La Peña sobre el río Gállego y en muchos sitios de una y otra orilla. Alternan en la composición de las rocas calizas más ó menos compactas y margas cretáceas, produciéndose en éstas últimas descomposiciones y reblandecimientos que originan corrimientos frecuentes de

terrenos y caídas de grandes piedras. La ladera izquierda del río, por la que se desarrolla el trazado, es de fuerte inclinación hacia el Gállego y muy propensa á corrimientos, y á pesar de que al construir la línea se hicieron varias obras de contención de terrenos, ha sido preciso ejecutar otras durante la explotación, entre las que son las más importantes, el muro de Riglos (kilom. 46,660) que ha presentado grandes dificultades para su ejecución, y que combinado con una cuneta de saneamiento al otro lado de la vía ha servido para consolidarla, y los saneamientos de los kilómetros 47,350, 47,630 y 47,900 que utilizan el sistema de drenes, sirviendo los del kilómetro 47,630 para encauzar las aguas hacia la cuneta que juntamente con un muro del otro lado de la vía contienen el movimiento, y los drenes de los kilómetros 47,350 y 47,900 pertenecen al tipo de drenes contrafuertes, descrito anteriormente. Todas estas obras serán objeto de descripciones detalladas.

Al llegar al kilómetro 54, las condiciones de la ladera izquierda son tales que se prefiere pasar á la opuesta atravesando el río Gállego por un puente de 140 metros de luz, distribuida en cinco tramos, al que inmediatamente sigue la estación de La Peña (kilom. 53,445). En el kilómetro 55,420 se abandona la ladera derecha pasando otra vez á la primera, por un puente denominado de La Gareneta, de 100 metros de luz distribuida en cuatro tramos, encontrándose tal terreno, que se salva un trozo de ladera descompuesta, por un puente paralelo á las aguas del río denominado del Recodo (kilom. 56,430), de 62 metros de luz y con la vía en curva. En las inmediaciones de este puente hubo el invierno del año 1895 frecuentes desprendimientos de piedras de gran tamaño, que había que destruir con barrenos antes de que cayeran sobre la vía.

La ladera izquierda del Gállego, que se vuelve á tomar mediante el puente de La Gareneta, corresponde á la Sierra de Presin, formada por rocas del terreno numulítico y eógeno lacustre, no habiendo sido necesarias obras de consolidación importantes hasta llegar á la estación de Anzánigo, kilómetro 59,378. En las inmediaciones de dicha estación se han observado corrimientos que interesan grandes extensiones de terrenos, pero que afortunadamente, hasta ahora no han afectado á la explotación de la línea.

Desde la estación de Anzánigo hasta poco antes de la de Caldearenas (kilóm. 72,533) se continúa por la ladera de la Sierra de Presin, pero presentando en esta parte

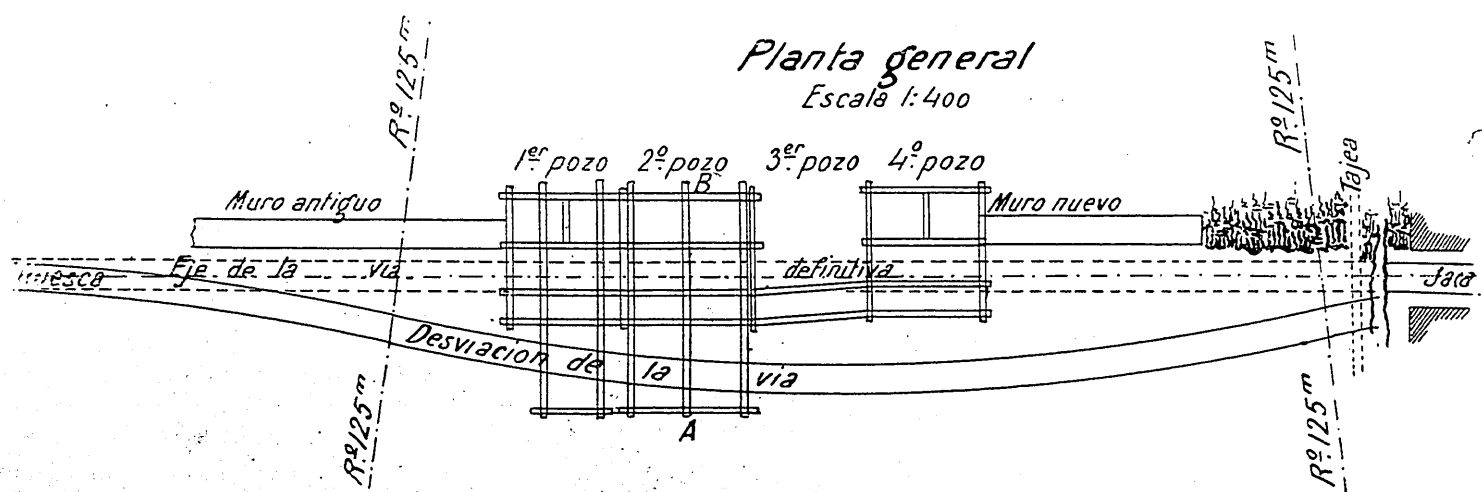
una fuerte inclinación hacia el río, se observaron durante la construcción de la línea varios desprendimientos de piedras y corrimientos de terrenos, que obligaron á ejecutar costosas obras, como las de la falda del denominado cerro de Santa Quiteria (kilom. 53), las que se han complementado después con la construcción de los muros de Ogando (kilom. 66) y otras obras en los kilómetros 61,800 y 64,111. La obra del kilómetro 61,800 se reduce á tres drenes, en abanico, que refuerzan y sanean un pequeño trozo de terraplén que se había desprendido; la consolidación del terraplén de Ogando, corresponde al sistema de muro de contención por un lado de la vía y cuneta de saneamiento por el opuesto; por último, el refuerzo de la alcantarilla del kilómetro 64,111 es sencillamente la construcción de un muro que contiene mecánicamente el corrimiento del terreno sobre el que está construída la alcantarilla.

Desde Caldearenas hasta Sabiñanigo (kilom. 94,288) se encuentran las estríbaciones de la divisoria de los ríos Gállego y Aragón, siendo el terreno eógeno lacustre, formado por cantos rodados no muy grandes con cemento más ó menos deleznable. Esto, unido á que las laderas son bastante pendientes en algunos trechos, es causa de que se observen varios corrimientos, algunos de los cuales ha sido preciso contener con obras de defensa.

Entre Sabiñanigo y Jaca (kilom. 110,200) se encuentran las calizas y margas del eógeno lacustre, sin que haya habido movimientos en los terrenos, que requiriesen obras complementarias. En este trozo de la línea, hubo que efectuar durante la construcción, un estudio importante de desagüe en la llamada Paul de Navasa, á la salida de la estación de este nombre (kilom. 104), en cuya Paul la línea va por la parte más baja del terreno, formado por margas muy propensas á degradaciones.

Todas las obras de consolidación enumeradas y las demás que se han construído desde que se abrió á la explotación la línea han sido dirigidas por el Jefe de esta Sección de Vías y Obras, de la Compañía de ferrocarriles del Norte. D. León Alicante, Ingeniero civil belga, á cuyos activos é inteligentes trabajos se deben en gran parte los resultados obtenidos en la consolidación de la línea de Jaca, que ha sido de muy penosa conservación durante los dos primeros inviernos.

También es justo consignar que la Compañía del Norte no ha escatimado gastos ni sacrificios, procurando á toda costa evitar interrupciones en la explotación y no de-



teniéndose ante la importancia y número de las obras construidas, á pesar de los escasos productos que proporciona esta línea férrea.

II.—DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE SANEAMIENTO MÁS IMPORTANTES

Muro de Riglos.—Kilom. 46,660.

Debajo de los Mallos de Riglos y contigua á ellos pasa la línea á media ladera, con una altura de 103 metros sobre el nivel del río Gállego. El terraplén estaba contenido por el denominado «muro antiguo» en la figura; pero en Mayo de 1894, á causa de las persistentes lluvias, inicióse un corrimiento marcado por una grieta en el terraplén, que en una zona de 28 metros produjo un hundimiento de un metro. Para no interrumpir la circulación de trenes, se restableció la vía en su posición, elevando el nivel por castilletes de traviesas, que á manera de pilas apoyaban largueros, encima de los cuales insistían las traviesas de la vía.

Inmediatamente se practicó un sondeo para examinar si el terreno permitiría construir un muro enlazando el ya construido con la tajea señalada en el Plano. Vista la imposibilidad de realizar esto, se corrió la vía hacia la ladera por medio de tres curvas de 125 metros de radio, con objeto de sacarla fuera de la zona movida y poder hacer en el terreno pozos de reconocimiento.

El pequeño radio de las curvas de la desviación obligó

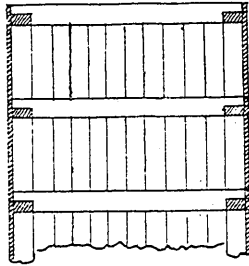
al establecimiento de contracarriles, siendo además preciso aflojar los enganches de los vehículos de los trenes antes de pasar por las referidas curvas.

Terminada la desviación, se comenzó en el mes de Julio la apertura de un pozo de sondeo de 1,60 por 1,00 metros de sección, pero habiendo llegado á la profundidad de ocho metros sin encontrar buen terreno se abandonó este pozo, emprendiendo la construcción de otro de 6,40 por 6,40 metros de sección, que se profundizó durante el citado mes once metros, sin hallar terreno firme. Este pozo, que es el denominado «primer pozo» en la figura, fué entibado en la forma representada en el «Detalle de la entibación de los pozos»; y una vez hecha toda la excavación, se rellenó el fondo con 25 metros cúbicos de hormigón, rellenándose el resto con mampostería, revestida de sillarejo en el paramento, y la parte posterior del muro con 20 metros cúbicos de mampostería en seco.

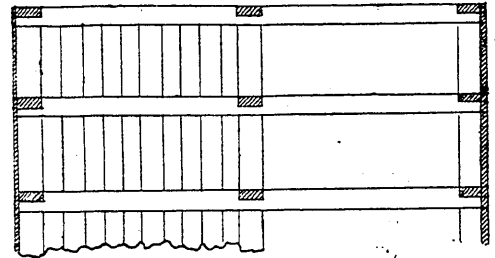
Este pozo es el primero de los construído, todos de 6,40 por 3,10 metros de sección, que han servido para ejecutar por tramos el muro, cuyo alzado y sección se ven en la figura. La sección demuestra que el muro es un revestimiento, pues su espesor es muy pequeño como muro de contención: el saneamiento de la ladera, por medio de una cuneta sencilla á la derecha

Detalle de la entibación de los pozos
Escala 1:100

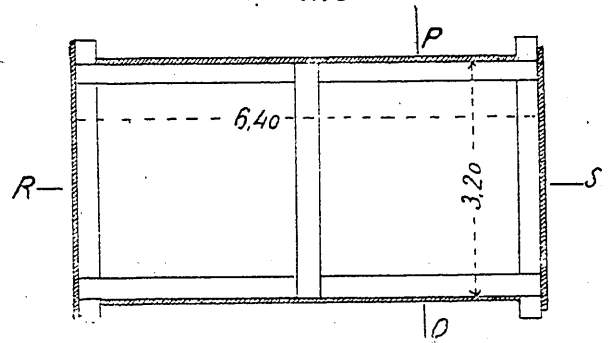
Sección por P.Q



Sección por R.S

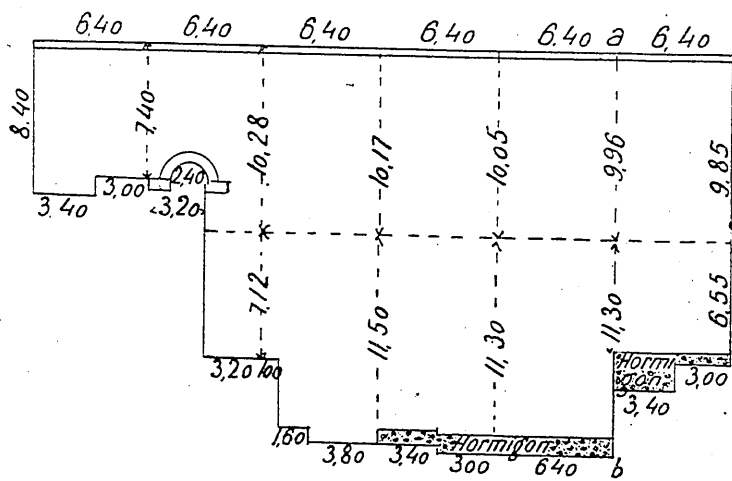
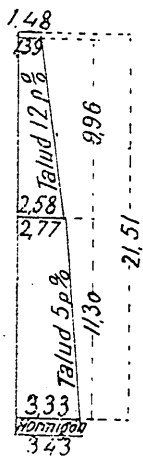


Planta



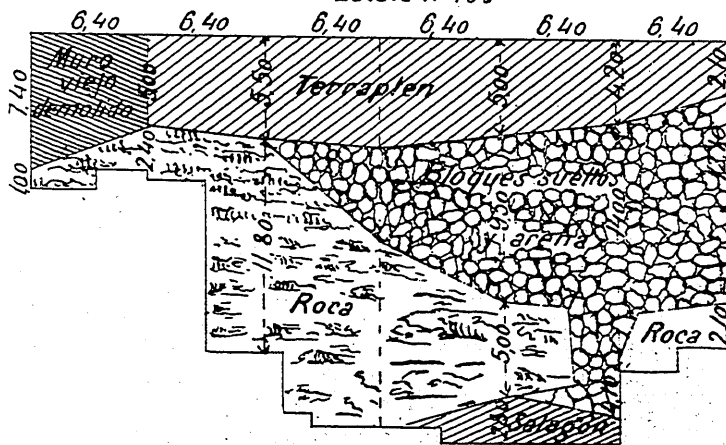
Sección y alzado del muro construído
Escala 1:400

Sección por a b



Alzado de la excavación

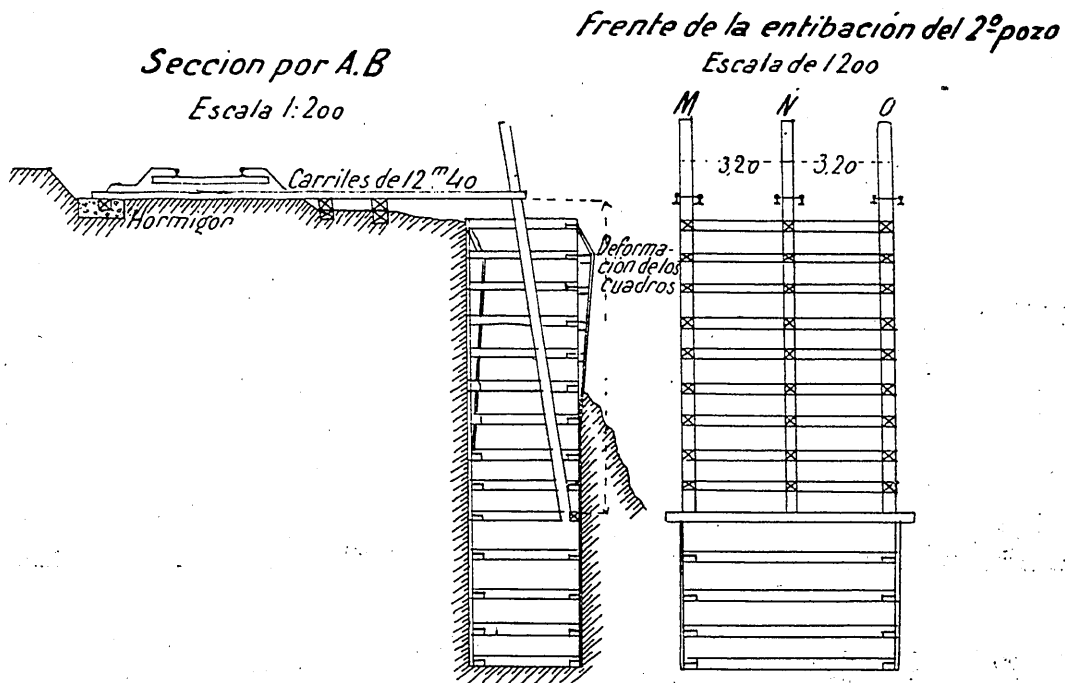
Escala 1:400



de la vía, suprime el empuje del terreno sobre el muro, que no necesita así más que un espesor pequeño. La cuneta de saneamiento, que no se ha representado en los dibujos, tiene una sección análoga á la de la parte superior de la del muro de Ogando, de que nos ocuparemos más adelante.

Las denominaciones primero, segundo, con que se designan los pozos en la figura, se refieren tan sólo al orden en que se encuentran viniendo desde Huesca. En los primeros se emplearon las entibaciones antes citadas, pero al excavar el llamado segundo pozo, y cuando se había llegado á la profundidad de siete metros, se produjo á causa de las lluvias un movimiento alarmante en el terreno, que

obligó á suspender los trabajos, que no se prosiguieron hasta reforzar, convenientemente, las entibaciones y acodalamientos. Los refuerzos empleados, como se ve en la figura, consistieron en sujetar el frente de la entibación por codales apoyados en tres vigas muy resistentes, M, N, O, cada una de las cuales quedaba encepada entre dos carriles ordinarios, de 12,40 metros de longitud, que atravesaban la vía y se unían fuertemente á un larguero, empotrado en una sólida base de hormigón. Gracias á estos refuerzos no volvió á resentirse la entibación de este pozo, cuyas vigas M, N, O, tomaron, sin embargo, las deformaciones señaladas en los dibujos.



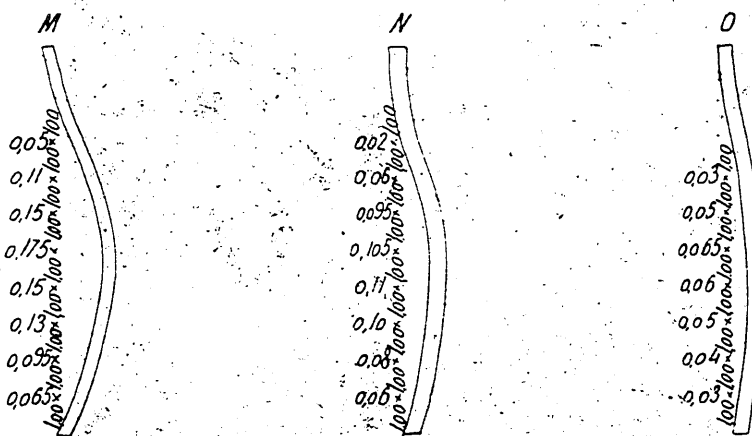
Entre el muro nuevo y el de mampostería, construido al hacer la línea, habia un murete en seco, que se ha reemplazado por los dos tramos de 6,40 metros, que se ven á la izquierda del alzado: para enlazar estos tramos, con los cimentados á gran profundidad, ha sido preciso voltear el

cho mes paso á los trenes, por la vía ya repuesta en su posición primitiva.

(Se continuará.)

NARCISO PUIG DE LA BELLACASA.

Deformacion de las vigas principales



arco que se ve en la figura, que corresponde á una falla del terreno, salvada por medio del mencionado arco.

Comenzada esta obra, como ya se ha dicho, en Mayo de 1894, se terminó en Julio de 1895, dándose el 30 de di-

LA UNIFICACION Y NUMERACION DE LA HORA EN LA EXPLOTACIÓN DE LOS FERROCARRILES

Objeto de este artículo.—Cuanto afecta á lo que vulgarmente se llama *la cuestión de la hora* es de más importancia de lo que á primera vista parece para muchos de los usos de la vida, pero esta importancia es, si cabe, mayor en las aplicaciones que de la misma deben hacerse á la explotación de los ferrocarriles, y en general, á todos los medios de comunicación y de transporte, líneas de vapores, servicios de correos, telégrafos, líneas telefónicas etc.

Desde luego se alcanza que *la cuestión de la hora* cabe estudiarla bajo distintos aspectos ó partes del mismo todo, que dan lugar á otras muchas cuestiones, siendo entre ellas las más importantes las siguientes:

- 1.º Meridiano inicial único.
- 2.º Meridianos reguladores de la hora.