

por 100) y tarifas de 5,12 y 11,05 céntimos de peseta oro por viajero-kilómetro y tonelada-kilométrica de mercancías, en lugar de las de 2,59 y 5,69 céntimos de peseta oro aplicadas en las citadas redes españolas, que sólo disponen, por lo tanto, por unidad de tráfico, de la mitad de los recursos de los ferrocarriles suizos, cuyos productos brutos anuales ascendieron a 133 000 pesetas oro por kilómetro, cuando el de las redes del Norte y M. Z. A. fueron solamente de 43 000 pesetas oro escasas por kilómetro también. A pesar de condiciones y circunstancias tan acentuadamente ventajosas de la red federal suiza, integrada por 3 030 kilómetros de líneas, electrificadas en la mitad de su longitud, declara el Consejo de Administración de la misma, en informe del 7 de febrero del corriente año, que para solucionar

la crítica situación financiera de la red precisa, entre otras medidas, transferir al Erario público de la Confederación las cargas correspondientes a unos 800 millones de deuda en francos suizos que pesa sobre la red, desequilibrando gravemente su situación económica, deuda contraída por la ejecución de obras de mejora y adquisiciones de material en el último decenio, y muy superior, habida cuenta de los valores de las divisas respectivas, a las aportaciones de capital hechas por el Estado español a favor de las redes del Norte y de M. Z. A.

Permítame, para terminar, mi estimado amigo señor Velao, que le recomiende la lectura del citado informe, poniendo gustosamente a su disposición el ejemplar del mismo que poseo.

R. CODERCH

Canal auxiliar de los riegos de Urgel

II

Como se indicaba en otro artículo¹, esta obra de riego había de cumplir dos objetos fundamentales: el de ampliar el caudal de que podía disponer la zona



Apisonado de los terraplenes

de Urgel con el canal superior, mejorando al propio tiempo la distribución de los riegos, y el de recoger las aguas de filtraciones de la zona alta, haciendo las veces de colector general.

Aunque esta última misión ha pasado a ser de orden secundario por el aprovechamiento integral de las aguas del canal superior, era ello una razón más, sobre la económica, que nos decidió a proyectar el canal en tierra, utilizando los revestimientos tan sólo para garantía de los terraplenes, para evitar desprendimientos y filtraciones importantes en las secciones en que predominan la arena y grava sueltas, y para las grandes trincheras, en las que la menor sección de tierra removida sobre banqueta compensa el aumento de coste por el revestimiento.

El trazado del canal auxiliar se proyectó procuran-

do que en lo posible resultare la sección con su parte mojada en desmonte; pero siempre que ha sido justificado se han admitido terraplenes, algunos de cota elevada, especialmente para evitar largos rodeos en fuertes laderas rocosas, que hubieran dado un trazado defectuoso en planta, alargando mucho la longitud del canal y aumentando extraordinariamente el movimiento de tierras. Así, por ejemplo, en la cuarta sección, segundo trozo, había necesidad de hacer un recorrido de 1,200 kilómetros de continuas curvas para seguir la de nivel, lo que suponía un movimiento de tierras de 19,480 m³ de excavación en roca descompuesta y suelta, y ello se ha evitado con un terraplén de 160 m de longitud y cota de solera de 4,40 metros, mejorando el trazado en planta y siendo la diferencia de coste a los precios del proyecto de pesetas 63 300 a favor del trazado adoptado.

Así ha podido estudiarse el canal con alineaciones



Trabajo de la máquina excavadora

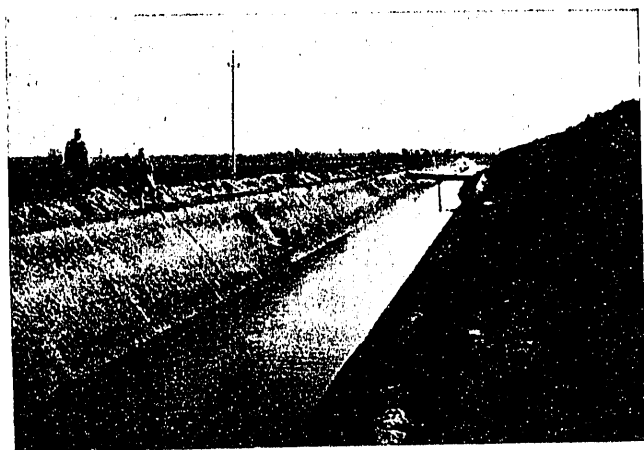
rectas de gran longitud unidas por curvas abiertas en general y de gran radio, disminuyendo la pérdida de carga en las mismas y también los aterramientos en la margen convexa, que es causa de erosiones en la cóncava, encareciendo todo ello la explotación.

¹ Publicado en la REVISTA del 15 de febrero último, pág. 89.

La pendiente general adoptada para el cálculo de las secciones transversales del canal es de treinta y tres cienmilésimas en todo el trayecto de canal en tierra, que produce velocidades variables de 0,743 a 0,607 m, cifras que se han considerado las más convenientes en el presente caso, pues una mayor velocidad produciría desgastes de consideración en los taludes de la mayor parte del trazado, y con velocidad menor aumentaría el coste de la obra, sin beneficio proporcional para la zona de riego, y sería también mayor el coste de limpieas durante la explotación. En los túneles, la pendiente adoptada ha sido de cinco diezmilésimas, que da la sección más conveniente para el trabajo en galería, y en los revestimientos especiales de las zonas de yeso, la de seis diezmilésimas, reduciendo así el coste de esta importante obra.

La pendiente adoptada para el cálculo no es la efectiva del trazado, pues se tuvieron en cuenta, además, las pérdidas de carga locales por el paso de agua por las curvas y las de las obras de fábrica en que hay cambio de sección. La pérdida de carga que provocan las curvas se supone distribuida uniformemente en cada trozo, y se agrega a la general de cálculo para formar la efectiva de cada tramo, y la que se pro-

duce en los cambios de sección, principalmente por el ensanche de la misma,



Trozo terminado de la 4.ª sección del Canal auxiliar

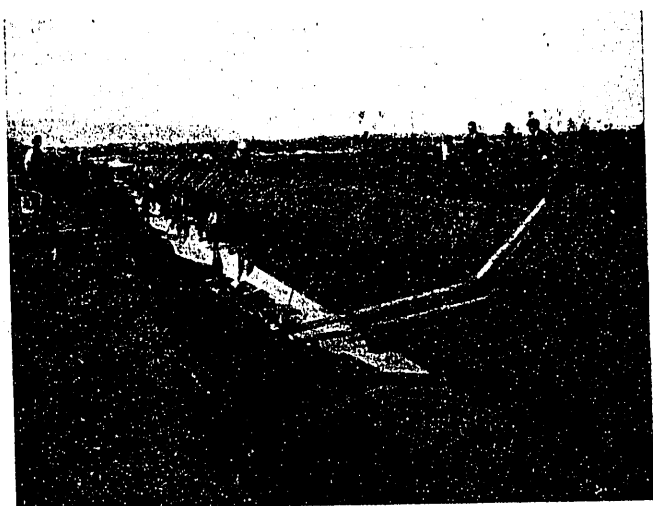
duce en los cambios de sección, principalmente por el ensanche de la misma,

$$\frac{(n - n')^2}{2g} + \frac{1}{g} \frac{n^2}{2b}$$

se ha colocado en el paraboloide de entrada de la obra de sección reducida, evitando parcialmente el remanso que allí ha de producirse y dándole al paraboloide de salida la pendiente general del trozo.

No ha podido todavía ponerse el canal a plena carga, y por ello no podemos dar resultados prácticos definitivos de la circulación del agua por el mismo; sin embargo, por las pruebas que se han hecho con caudales reducidos, puede asegurarse que el canal admitirá los ocho metros cúbicos en funcionamiento normal, en cuyo momento podrán ser estudiados y comprobados otros interesantes resultados de cálculo.

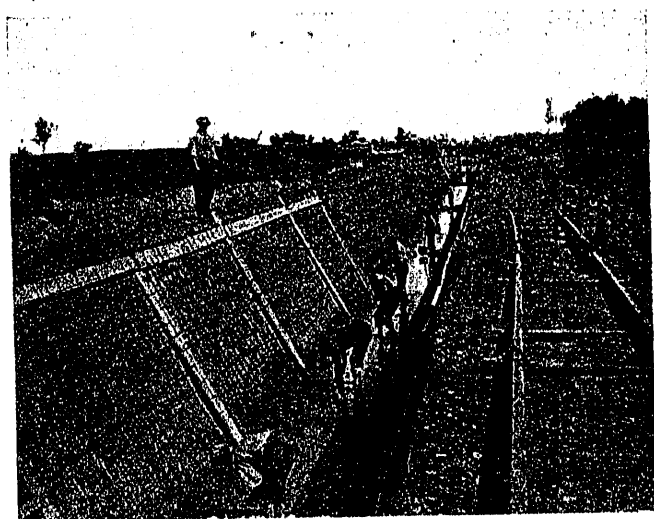
La sección transversal del canal en tierra ha sido proyectada con dos taludes diferentes: el corriente, de 1×1 , y el de $1 \times \frac{3}{4}$, aplicándose uno u otro, según la clase de terreno que se atraviesa. El perfil que responde al último talud es el que viene a tomar



Refino de taludes

El canal en explotación, y cuando puede aplicarse en los grandes desmontes, reduce en buena parte la excavación sobre banquetas. Después de algunos años de funcionamiento del canal, podrá saberse si ha sido un acierto adoptar estos taludes para el cajero; durante el período de construcción podemos decir que el talud de $1 \times \frac{3}{4}$ sólo debe aplicarse a terrenos de cierta dureza y que, además, no se descompongan fácilmente en contacto con los agentes atmosféricos, como ocurre con las margas, debiendo darse en general mayores taludes, lo menos de $1 \times \frac{1}{2}$, cuando se abre el cauce en terrenos de riego situados próximamente a nivel de banqueta.

El canal se ha abierto con grandes excavadoras de motor Diesel, sistema Bucyrus-Erie, de cucharas de arrastre de un metro y tres cuartos de metro cúbico de capacidad, con cuyas máquinas se extrae,



Revestimiento especial en la zona de yesos

aproximadamente, dos tercios de la tierra de la caja y cuatro quintas partes de la superior, terminándose la extracción y refino con brigadas de peones. Las excavadoras vuelcan las tierras directamente sobre los caballeros, alcanzando hasta una distancia de la

máquina de 20 m, efectuándose transporte en los terrenos de yeso, para evitar proximidades de dicha tierra al canal, en los trayectos paralelos y cercanos a carreteras y en las grandes trincheras, donde la altura que resultaría para los caballeros no puede ser aceptada.

Los terraplenes se han construido con tierras arcillosas, admitiéndose una proporción del 20 por 100 de grava o piedra, y se forman por capas de 10 cm, regadas y apisonadas con rodillos de discos de un peso de tres toneladas, obligando a dejar rebabas por la parte interior del cajero, que luego se cortan y van a recrecer el terraplén por el exterior.

A la sección revestida se le dan taludes de 1×1 en los terraplenes y de $1 \times \frac{3}{4}$ en las

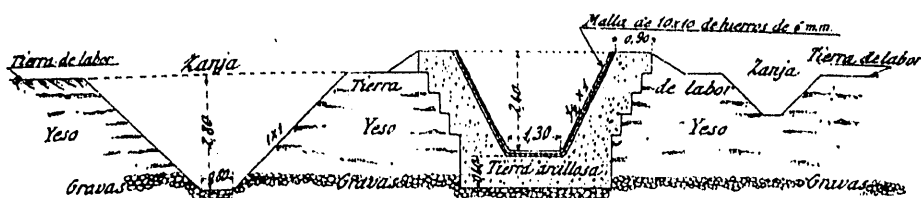
trincheras, siempre que no hayan de recibir empujes importantes de las tierras, dándoles un espesor de 10 cm en solera y 10 ó 15 en taludes. Estos revestimientos de hormigón en masa se han proyectado con juntas de dilatación cada 8 m, si bien se han hecho algunas pruebas a distancias mayores, que no han dado resultado, y aun es necesario que dichas juntas coincidan con las soluciones de continuidad constructiva de los tramos, para impedir que se abran grietas en el hormigón, que es el objeto que se pretende.

Las juntas se rellenan con mezcla de asfalto y alquitrán en un 15 por 100, adosándose en caliente con un cazo, haciendo de molde exterior un tablón, y una vez llena la junta, se quita el tablón y se riega. El resultado es inmejorable, quedando una junta lo suficientemente elástica, sin que se derrita con el calor solar.

El trazado del canal atraviesa dos zonas de yeso, una en el kilómetro 22,300 de la tercera sección, en una longitud de 460 m, y otra, de 344 m, en el kilómetro 31,500 de la cuarta, trozo primero.

La potencia del banco de yeso que aflora a la superficie es de unos tres metros el de la tercera sección y de dos el de la cuarta, apoyándose en ambos el yeso sobre gravas que permiten el paso del agua.

No pudiendo evitarse el paso del canal por estas zonas de yeso, se han adoptado precauciones especiales para soslayar los peligros inherentes a estos terrenos, acompañando un dibujo de la obra que allí se ha construido, y que consiste en excavar la sección necesaria para el paso del agua, más la que luego ha de rellenarse de arcilla, que separa el hormigón de los yesos. Sobre este revestimiento de tierra arcillosa se construye uno de hormigón armado con malla de 10×10 de hierros de seis milímetros de diámetro, colocando juntas de dilatación cada 12 m, que se han rellenado con producto hidrófugo.



Sección especial del canal en terrenos de yeso. Escala 1: 187,5

Para evitar que el agua de riego de los terrenos colindantes y la que baje por la capa de gravas pueda perjudicar a la sección del canal, se han construido dos zanjas; la de la margen izquierda, que es de donde pueden venir las aguas profundas, alcanza nivel inferior al de la solera del canal, y la de la margen derecha tiene por objeto recoger las aguas superficiales de riego, y es de una profundidad de un metro. Ambas se entregan a un desagüe que corre por el final de esta zona de yeso, y la zanja profunda señalará, además, cualquier filtración que pueda abrirse en el cajero.

Las restantes obras de fábrica, exceptuando el acueducto Salat y sifón-acueducto sobre el río Sió, se reduce a puentes: unos, de la colección oficial; otros, especiales, formados de arcos de hormigón en masa y armado, para trincheras importantes, sifones y acueductos de hormigón armado, de dimensiones reducidas, para respetar riegos del canal superior que no puede proporcionar el de nueva construcción, y almenaras en todos aquellos puntos que lo ha permitido la capacidad de los desagües o barrancos que se atraviesan.

Carlos VALMAÑA
Ingeniero de Caminos

Electrificación de las líneas de Madrid-Avila-Segovia

No sabemos que, al estudiar el nuevo proyecto de electrificación de Madrid-Avila-Segovia por la Compañía del Norte a principios del año actual (cuyo estudio consiste en la revisión del proyecto antiguo, ejecutado en mayo de 1929), se haya realizado un estudio económico completo de los resultados que la electrificación produciría. Ignoramos, por tanto, en qué pueden estar fundadas las razones que se alegan para decir ahora que la electrificación no sería recomendable.

Sin embargo, en el primitivo proyecto de electrificación de estas líneas, terminado en mayo de 1929,

tenemos entendido que se incluyó un estudio económico completo, por el que se llegaba a la conclusión de que la electrificación produciría una economía de más del 20 por 100 en el coste de la tonelada kilométrica remolcada, y están incluidas, naturalmente, en dicha cifra de coste las cargas financieras de la electrificación; es decir, el interés y amortización del capital invertido. Suponía esta economía, aun para el tráfico entonces existente, un beneficio suplementario a favor de la tracción eléctrica de más de dos millones de pesetas, después de pagar al capital un interés de 5 por 100 y una anualidad de amortización