

considerable de metros de revestimiento terminados, algunos que contaban ya varios años, y que podían servir como un ejemplo de la suficiencia en la construcción.

La reforma propuesta no fué aceptada.

La substitución de las mamposterías y piedra artificial por el ladrillo, era todavía menos aceptable.

En las condiciones de la corriente del túnel de Tequixquiac, entra la velocidad media con un valor que excede de 2 metros, y que por esto mismo deja de ser compatible con el revestimiento de ladrillo, que no resiste más allá de 1^m50, suponiendo que sea de buena calidad y resistencia. Aunque es cierto que prescribía el Sr. Derote un revocado de mortero, con base de cemento para proteger el ladrillo, no se aceptó la eficacia de ese protectivo. Desde luego la adherencia de estos morteros con el ladrillo es muy difícil de obtener, aun en pequeñas superficies que no están sujetas á fuertes corrientes, y sería nula ó poco menos en el túnel; después se consideró que la circunstancia de que no estando comprimido el mortero, no presentaría la resistencia de las piedras artificiales.



IX

Comienzan los contratistas sus trabajos entre las lumbreras XXI y XX.—Cambio en el método seguido antes.—Bombas para el Desagüe.—Túnel de Zumpango.—Exposición de los Sres. Read & Campbell.—Informe del ingeniero Espinosa.—La Junta aprueba la modificación propuesta por este último.—Pónese en ejecución el túnel de Zumpango.—Número de lumbreras y su distribución.—Cuántas se concluyeron.—Suspéndese y abandona el túnel de Zumpango.—Causas que en esto influyeron.—Prosiguen los trabajos conforme al Proyecto aprobado oficialmente, y sólo se aprovecha un tramo de aquel túnel.—Avances y terminación de algunas lumbreras.—Procedimientos empleados en su apertura, é instalaciones para extraer escombros ó llevar materiales y para hacer el desagüe.—Avances en el túnel durante las dos épocas en que trabajaron los contratistas.—Causas que obligaron á los Sres. Read & Campbell para suspender sus labores.



LA Compañía con la cual se contrataron los trabajos, comenzó éstos entre las lumbreras XXI y XX, á fin de construir la cubeta en el tramo de túnel que recibió, pues solamente se había hecho la bóveda que medía 257^m 11.

El método de construcción cambió en seguida. Tanto en la prosecución del túnel por la lumbrera XX, como en las demás lumbreras por las que sucesivamente se fué atacando, procedióse ya por sección completa, implantando de una manera franca el sistema inglés de construcción, según se explica adelante.

En las lumbreras muy poco podía avanzarse de pronto. En general, lo que habría sido posible hacer sin la intervención de un desagüe formal, así de excavación como de revestimiento, estaba ya ejecutado. Lo preferente entonces era ocuparse en los medios que deberían de emplearse para dominar el agua.

Para formular su proyecto de instalación de desagüe, la Compañía constructora se guió por los datos que se tenían de las lumbreras XXIII á XVIII, en las que se había trabajado desde antes, é

hizo pedidos de bombas que medían 9" de diámetro, con una capacidad cada una de 130 galones por minuto, suficientes para las lumbreras del Norte, pero no para las del Sur.

En las lumbreras I y XI se había tenido ya ocasión de observar que las filtraciones eran muy superiores á 130 galones, y había que notar, sobre todo, que los contratistas trazaron un método de trabajo muy distinto del que se había seguido antes.

Efectivamente, las instalaciones anteriores habían tenido por objeto la apertura de las lumbreras para poder abrir inmediatamente una galería preparatoria, teniendo ésta, entre otros objetos, el principal de servir de medio natural de desagüe: las lumbreras y la galería en consecuencia se iban atacando en combinación. La Compañía constructora, por el contrario, vino á colocarse bajo la dependencia de un desagüe mecánico como medio normal de sus trabajos; tal circunstancia cambió totalmente el carácter de las instalaciones; de provisionales y precarias que habían sido, debían ser entonces duraderas y estables, y por lo mismo de una capacidad de desagüe mucho mayor.

Las bombas traídas por la Compañía, con capacidad sólo de 130 galones por minuto, é instaladas sucesivamente en distintas lumbreras como bombas fijas, con rarísimas excepciones eran suficientes para mantener en seco las frentes de túnel que correspondían á cada lumbrera. No fueron bastantes y fué necesario reemplazarlas, como se verá más adelante. Por el momento es oportuno dar cuenta de una modificación que se propuso hacer en el proyecto del túnel, la cual fué iniciada por los Sres. Read & Campbell.

La Compañía contratista «The London Prospecting,» como puede verse en la parte escrita por el Sr. D. Rosendo Esparza, Secretario de la Junta Directiva, había celebrado un subcontrato, para la construcción del túnel, con los Sres. Read & Campbell; pero estos señores á su vez iniciaron contratar directamente con la Junta Directiva del Desagüe la construcción de un tramo de túnel de 6,200 metros que llamaron de Zumpango, que venía á ser prolongación del de Tequixquiac, proyectado antes, y que ya estaba contratado con la «Prospecting Company.» Esto sucedió á principios de Mayo siguiente, ó sea un mes después que las obras habían pasado á poder de la mencionada Compañía.

Según la exposición de los Sres. Read & Campbell, era conve-

niente por razones de estabilidad y economía, suprimir del Gran Canal los tramos en que su profundidad excedía de 19 metros, y reemplazar en ellos el tajo por un túnel. Tal substitución implicaba construir 6,200 metros de túnel de Zumpango, y suprimir un tramo de canal de 6,700 metros en compensación, resultando así también reducido en 500 metros el desarrollo del canal.

Lo último provenía de un cambio en el trazo, que en lugar de rodear á Zumpango por el Sur y Poniente, lo podía ahora atravesar, desde el momento que el canal se convertía en túnel en esa parte.

Sobre la estabilidad del canal aseveraban que la profundidad no debía exceder de 19 metros; que á los 20 metros, y con más razón á 21 ó 22, la obra quedaba expuesta; que los taludes de 1×1 que se habían proyectado no bastaban, y que quedaría el canal en grave peligro; que á su modo de ver deberían proyectarse de $1 \frac{1}{2}$ de base por 1 de altura, y esto sería el mínimo, porque había muchos lugares en el trayecto del canal, en donde por lo deleznable del terreno, era probable y casi seguro que se tendrían que emplear taludes menos inclinados, aunque de $1 \frac{1}{2} \times 1$.

La economía se infería de lo anterior. Disminuyendo la inclinación de los taludes con el aumento de la base, que en lugar de 1 pasaba á ser de $1 \frac{1}{2}$ cuando menos, el volumen de excavación efectivamente debía aumentar de tal manera, que sería ya antieconómico preferir el tajo á un túnel, cuando la profundidad llegase á 20 ó á 21 metros.

La disminución del ángulo que los taludes formaban con el horizonte, venía á constituir la verdadera base del proyecto propuesto para prolongar el túnel.

Ya el volumen que se tenía que excavar con el talud solamente de 1×1 , ascendía á 11.940,000 metros cúbicos, y esta cantidad había impresionado bastante, pues se pulsaban dificultades muy serias para encontrar contratistas para el canal. El deseo era naturalmente de disminuir el volumen y facilitar un contrato por este medio, si tal cosa era posible.

Pero si la reducción del ángulo del talud, hasta quedar con la relación de $1 \frac{1}{2} \times 1$, era una cosa inevitable, como lo aseveraban los Sres. Read & Campbell, el volumen ascendería á 16.460,000 metros cúbicos, y aumentarían las dificultades de un contrato.

Las propuestas de los Sres. Read & Campbell, presentaban á la consideración de la Junta Directiva, por una parte la ocurrencia de volumen que era conveniente evitar, y por otra el medio de allanar esa dificultad, suprimiendo un tramo importante del canal por medio de la prolongación del túnel, disminuyendo así considerablemente las dificultades que se preveían para la contratación.

“Se conseguirán contratistas—decían los Sres. Read & Campbell—por el resto de la obra, con mayor facilidad y en condiciones más ventajosas, porque el tramo de excavación que se trata de suprimir, es precisamente el factor que bajo el actual proyecto obliga á todo contratista á procurar, ya sea un precio nominal elevado, ó condiciones accesorias onerosas, y que prácticamente se traducirían en un aumento en el precio.”

Todas estas aseveraciones eran discutibles, pues se tenían ejemplos en los tajos de Nochistongo y Tequixquiac, con los que se podía sostener fundadamente que el talud de $1\frac{1}{2} \times 1$ no se necesitaba, que la causa del acrecimiento de volumen que los Sres. Read & Campbell presentaban no existía.

Pero así y todo, resultaban siempre con la prolongación facilidades para contratar lo que quedase del canal.

Efectivamente, se suprimían 6,700 metros de canal, y el tramo suprimido, aunque se conservasen los taludes de 1×1 , representaba ya un volumen de cerca de 4.000,000 de metros cúbicos. Con esta supresión y la que provenía de la excavación que se había hecho, y la que se tenía contratada con la “Compañía Bucyrus,” sólo quedaban $6\frac{3}{4}$ millones de metros cúbicos, y esto disminuía extraordinariamente las dificultades del contrato que se deseaba.

Bajo el peso de estas consideraciones aceptó la Junta Directiva la modificación de prolongar el túnel de Tequixquiac. El Gobierno aprobó la iniciativa que se le dirigiera y otorgó la correspondiente autorización.

El túnel de Zumpango, tal como lo proponían construir los Sres. Read & Campbell, no alteraba las pendientes en el tramo de canal que debía subsistir, ni la del túnel de Tequixquiac á la vez en construcción; y sólo podía disponer de una pequeña caída de 1^m74 , que se obtenía sumando 1^m34 que quedaban libres por el tramo del canal de 6,700 metros suprimido, y 0^m40 que se habían puesto antes en reserva para la conexión del canal con el túnel de Tequixquiac.

Esa caída de 1^m74 la distribuían en dos tramos de túnel: uno de 6,600 metros con pendiente de 1 en 3,950, y el otro de 100 metros con pendiente de 1 en 1,450.

La forma de la sección que adoptaban era semejante á la del túnel de Tequixquiac, variando en las dimensiones como era preciso para obtener siempre el gasto de $17\frac{1}{2}$ metros cúbicos con la pendiente disminuída de 1 en 3,950 ó 0,000253. Estas dimensiones, calculadas por los Sres. Read & Campbell, eran: 1º, altura total 5 metros, de la cual 2^m16 representan la flecha de la bóveda, y 3^m74 la profundidad de la cubeta; 2º, ancho, ó sea cuerda común de la bóveda y la cubeta, 5^m76 .

Tales resultados me dieron motivo para hacer la siguiente objeción en un informe que sobre el asunto tuve que rendir:

“A lo que dejo expuesto acerca de la preferencia que en mi concepto es de otorgarse al canal, debo agregar una objeción técnica al túnel, que consultan los Sres. Read & Campbell.

“El Gran Canal funcionando á plenitud de gasto, es decir, con 17^m05 debe ocupar una sección mojada con altura igual de 2^m45 . El túnel que se propone tiene una sección de cubeta equivalente á la sección mojada del canal cuya altura es de 3^m74 : la diferencia entre estas alturas, 1^m29 , es entonces la mayor altura del remanso que se produciría en la corriente del canal, para que el agua pudiera llegar á la altura que debería alcanzar en la cubeta.

“Me ha sido preciso calcular la influencia de este remanso, y encuentro que es de tenerse en consideración. Efectivamente, tomando por punto de partida la conexión que se haría del tajo con el túnel, obtengo que siendo 2^m45 y 0^m80 la altura y velocidad del agua en la corriente primitiva, éstas se modificarían á causa del remanso, del modo siguiente:

A distancia de 0 kils.	la altura sería	3.74	y la velocidad	0.457
”	”	3.496	”	0.467
”	”	4.341	”	0.490
”	”	5.226	”	0.513
”	”	6.172	”	0.539
”	”	7.182	”	0.567
”	”	8.295	”	0.597
”	”	9.553	”	0.630
”	”	9.950	”	0.667