



VI

Obras de arte.—La Presa.—Consideraciones generales.—Enumeración de las partes de que consta la presa y su objeto.—Compuertas.—Su descripción.—Túnel anexo á la presa.—Fachada del Túnel.—Cantidad de materiales empleados en ella.—Tajo de desemboque.—Volumen de obra que hubo que ejecutar.—Comunicación del lago con el Canal.—Obra material que requirió.—Conclusión y trabajos que están por terminarse.



ENTRE las obras de arte que se ejecutaron, destinadas á conseguir el Desagüe, figura en primer término una presa al fin del Gran Canal, en conexión con la fachada del Túnel, que tiene por objeto, desde luego, regularizar y limitar la entrada del agua á dicho Túnel, y además interrumpir en su totalidad la corriente del agua, para poder ejecutar en el Túnel las reparaciones que pudieran ocurrir.

Antes de hacer la descripción de esta obra de arte, conviene consignar las siguientes observaciones:

Entre los diversos cambios que sufrió el proyecto de Desagüe, aprobado en 1879, se encontró que en la conexión del Canal con el Túnel, había faltado la continuidad necesaria, para que el paso del agua pudiera verificarse de un modo regular. Efectivamente, el Canal termina á un nivel superior del que tenía el Túnel en su origen; siendo la diferencia de estos niveles 2^m82. Como consecuencia forzosa de lo expuesto, resultó una cascada al fin del Canal, que desde luego preocupó la atención; y de allí que el hecho fuese tomado en consideración por la Secretaría de Comunicaciones, la cual acordó, con fecha 13 de Junio de 1891, se recomendara á la Junta Directiva que sus ingenieros estudiasen detenidamente una disposición destinada á contrarrestar los efectos de socavación que produjera

dicha caída, y presentasen los planos respectivos antes de dar principio á la obra.

De conformidad con esta disposición se procedió á estudiar la que debía adoptarse, quedando encargados de esto el Sr. ingeniero D. Juan Soto Durán y el que esto escribe.

Paso á manifestar el resultado de dicho estudio, así como la descripción del proyecto en su parte substancial.

Dado el estado en que se hallaban las cosas, había que optar por alguna de las tres siguientes resoluciones:

1.^a Repartir la diferencia de nivel 2^m82 en toda la extensión del Canal.

2.^a Verificar esa repartición en un cierto tramo.

3.^a Finalmente, romper la corriente interponiendo una cascada, que es la disposición que se adoptó, y que representan los planos números 14, 15 y 16 que se acompañan, en los cuales puede verse, además, la fachada del Túnel y de la presa.

La repartición en toda la extensión del Canal no se llevó á efecto, para no alterar la pendiente de 0^m187 por kilómetro, y esto á su vez en atención al peligro que corría el Gran Canal si se aumentaba la velocidad de la corriente más allá de lo que era estrictamente necesario, desde el momento que se evidenció, por medio de la excavación que se había hecho, que el terreno era en extremo inconsistente á la profundidad en que quedaba el fondo.

Ya en un informe anterior, relativo á la pendiente, se decía que era expuesto conservar la de 0^m200 por kilómetro que se había adoptado en la modificación hecha en 1866, y se fijó la de 0^m187. Esto supuesto, si los 2^m82 á que se ha aludido, se hubieran repartido uniformemente en todo el Canal, habría resultado la pendiente de 0^m246 por kilómetro, muy fuerte ya, según queda expresado, y sin hacer mérito del aumento de excavación de 2.500,000^m3 que serían necesarios para hacer la repartición mencionada.

Otro medio, hubiera sido conservar la pendiente de 0^m187, bajando paralelamente el fondo en toda la extensión del Canal; pero dos consideraciones de peso se oponían á este abatimiento.

1.^a El aumento de volumen de excavación que sería de 4.370,000^m3, debiéndose tener presente que la mayor profundidad venía á aumentar el costo por metro, sobre el que ya tenía en este exceso de volumen.

2.^a La circunstancia de que el terreno ya no permitía profundizarse más, sin dar lugar á levantamientos y dislocaciones, que complicaban extraordinariamente la excavación, porque hubiera sido necesario fortificarla, y no se podía preveer la magnitud de la dificultad que tal operación requeriría.

Si, como al principio se indicó, se hubieran distribuido los 2^m82 en un tramo corto de Canal, habrían aparecido también inconvenientes bastante graves.

Si este tramo hubiese sido de un kilómetro, la pendiente resultante, adicionando los 2^m82, habría sido de 3^m en lugar de 0^m187. Necesariamente este kilómetro necesitaba revestirse con mampostería, la cual facilitaba más la corriente, disminuyendo el frotamiento contra las paredes. Se tenían en consecuencia dos causas, una enorme pendiente y una facilidad relativa en las paredes del cauce para aumentar la velocidad de la corriente en el momento de llegar al Túnel, y esto debía de evitarse.

Pesados así los inconvenientes que quedan apuntados, se optó por introducir, antes de llegar al Túnel, una caída de 2^m82, para concentrar con ella, en un lugar reducido, los efectos de la aceleración del agua en su descenso y destruirla por el choque.

La concentración no tenía inconveniente, pues se localizaba en un lugar en que las obras de mampostería, que estaban en la conexión de la presa con la fachada del Túnel, debían defender la excavación, y en consecuencia, era el medio más económico de llevarla á cabo. Tenía, además, el objeto de concurrir á la formación de una caja de alimentación del Túnel, con agua que partiría del reposo relativo.

Las obras proyectadas y llevadas á cabo están representadas en las láminas respectivas, cuyos dibujos contienen la planta, elevaciones y cortes necesarios.

En general, dichas obras consisten:

1.^o En una presa á 27^m de la boca del Túnel, precedida de una ampliación del Canal en un trayecto de 12^m.

2.^o De un departamento que se extiende de la presa al Túnel, de 27^m de longitud por 20^m de ancho, y está constituido por la presa, la fachada del Túnel y dos muros laterales. Se llamará, en lo que sigue, caja de alimentación. El fondo de la caja consta de tres partes: la mesa, el radier y la fosa. La mesa es un plano al nivel

del fondo del Canal; el radier otro plano situado 2^m82 más bajo, y por consecuencia al nivel del fondo del Túnel; finalmente, la fosa es una cavidad intermedia para substraer á la mampostería de los efectos del choque de la caída por medio del agua que contiene.

3º De la toma, propiamente dicha, del agua, que consiste en una prolongación del Túnel en forma de campana, la cual tiene por objeto evitar la contracción, y se continúa con un tramo de unión de 15^m hasta enlazarse con el Túnel. El enlace con la cubeta se efectúa por medio de una superficie reglada, pues los muros laterales del tramo de unión son verticales, á diferencia de los del Túnel, que son arcos de círculo.

Manifestaré, ahora, las circunstancias especiales y objeto de las obras referidas.

La presa está precedida de una ampliación del Canal. Esta tiene por objeto repartir el agua entre los vanos de la presa, que se han dispuesto bajo un doble punto de vista: el de que las compuertas de que vayan provistas, no tengan un ancho excesivo para poder manejarse, y el de que los muros que separan los vanos tengan bastante espesor para resistir, sin concentrar demasiado las presiones.

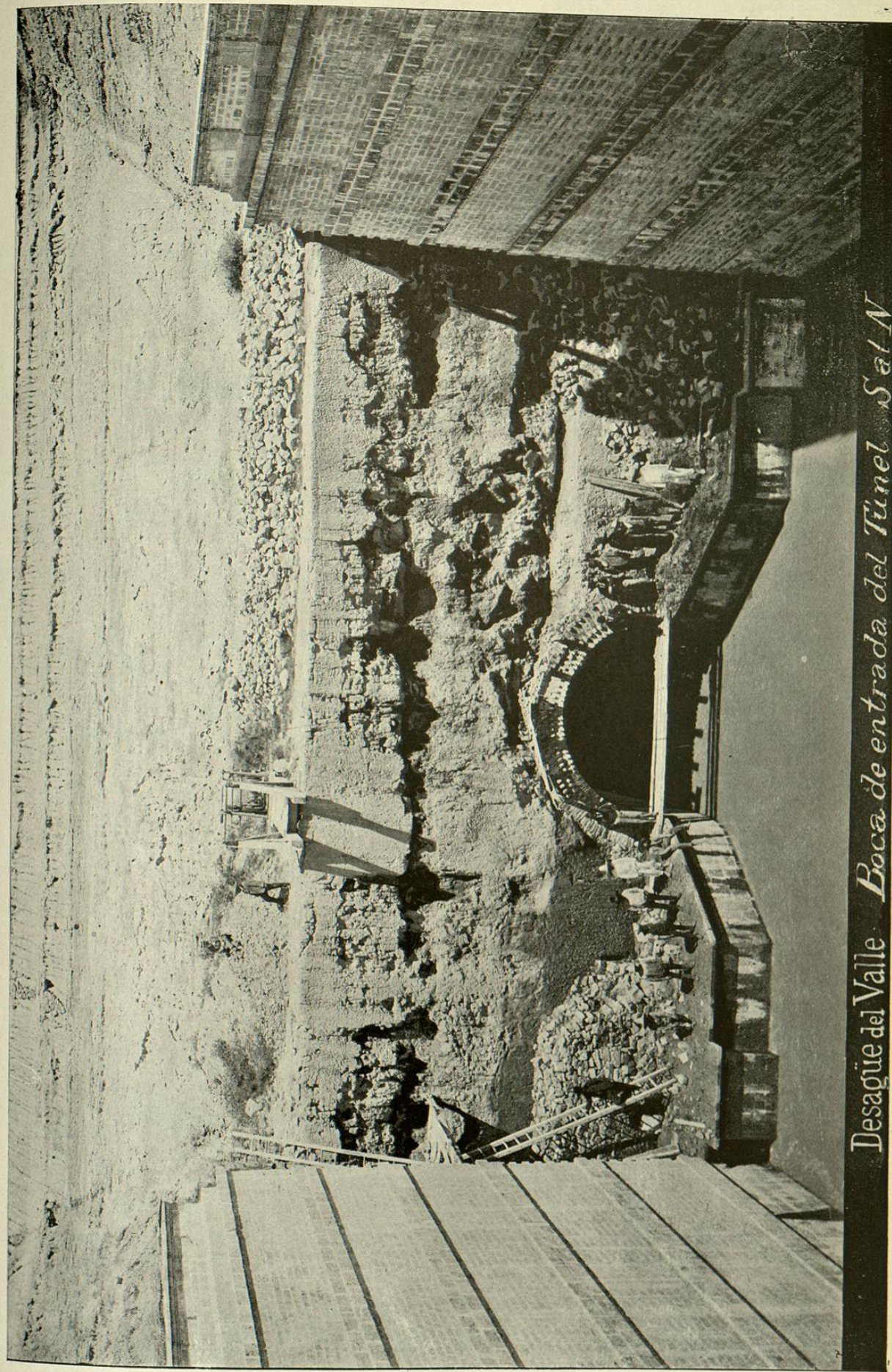
En la caja, el agua se extiende, al salir de los vanos en lámina delgada, como consecuencia de la mayor anchura de cauce, 20^m . El objeto de esta extensión es disminuir la altura de caída, según la demostración siguiente:

Desde luego, debe recordarse que la diferencia del nivel entre la mesa y el radier es de 2^m82 . Si el agua en el Canal ocupara la sección correspondiente al gasto de $17^{m3}5$, tendría una profundidad de 2^m50 ; y si en este concepto llegase sin alteración alguna al bordo de la mesa, el agua tendría que precipitarse de la altura:

$$2^m82 + 2^m50 - 2^m715 = 2^m605.$$

La cantidad de 2^m715 es la profundidad del agua en el Túnel, correspondiente al gasto de $17^{m3}5$ que hay que deducir de la caída total para tener la caída efectiva.

La introducción de la presa con sus vanos, y el ancho de 20^m que se le ha dado á la caja, modifican mucho la caída del agua representada por el cálculo anterior. Efectivamente, los $17^{m3}5$ de agua, divididos primero por los vanos, acabarán por extenderse en todo el ancho de la mesa, y se precipitarán en condiciones semejantes á



Desagüe del Valle. Boca de entrada del Túnel S al N

las que se realizan en un vertedero al extremo de un Canal. Sin contar con la velocidad de que estaba ya animada el agua, es fácil ver que la altura de carga que se necesitaría para un gasto de $17^m 5$ por un vertedero de 20^m de ancho, sólo sería de $0^m 586$, y esta cantidad sería la que substituyera á la de $2^m 50$ en el cálculo. El resultado sería entonces:

$$2^m 820 + 0^m 586 - 2^m 715 = 0^m 691.$$

A pesar de todo, podría suceder que el manto no fuera de espesor uniforme en toda la extensión, siendo lo probable que en los extremos sería de menos de $0^m 60$, y lo contrario hacia el medio del bordo de la mesa. La caída, y por tanto la intensidad del choque, sería mayor al centro de lo que manifiesta el cálculo, y menor á los extremos. Atento esto, se ha dispuesto la fosa en relación conveniente, es decir, que no abarca todo el ancho del radier, sino que quedan 2^m de cada lado, en los cuales la fosa es menos necesaria, porque disminuída la caída en ellos, la intensidad del choque se atenúa. Estos 2^m son, por otra parte, necesarios para la estabilidad de los muros que limitan lateralmente la caja.

Con lo expuesto, creo que queda explicado substancialmente el objeto de la construcción en general, y el de sus principales miembros en todo lo que tiene relación con el problema de neutralizar el exceso de caída de $2^m 82$, y poner á cubierto de socavaciones la obra del Canal. Presumo que esta disposición es la que mejor satisface, porque es la que está más conforme con las condiciones de toda corriente natural que se precipita por una pendiente mayor de la que necesita su régimen, y porque es exactamente el caso en que se encontraba el Gran Canal, después de las modificaciones por que atravesó el proyecto general.

En las circunstancias aludidas, una corriente natural no conserva su cauce en línea continua, sino que la rompe en cascadas; en ellas consume el exceso de fuerza viva, originada por el exceso de pendiente, y por ese medio establece el equilibrio entre la resistencia del terreno y la acción erosiva de la corriente; y este hecho, de observación constante, fué el que sugirió desde luego la disposición que presenta.