

R E C U E R D O S

Casi con el pie en el estribo del coche, voy a dedicar a esta charla unos momentos que ofrecí al Director de esta REVISTA, a quien es muy difícil negar nada, dadas las muy sugestivas artes de que se vale para poner cuanto pueda a tributo del conocimiento general, aun cuando ninguna importancia tenga lo que pueda decirse, mírese por donde se mire. «No se preocupe usted—dice—; usted ha vivido y trabajado mucho, y siempre tendrá algo que contar; de modo que espero sus cuartillas.» Y con esas o parecidas frases, queda uno obligado.

Claro es que el tiempo pasa y no se cumple lo ofrecido; pero ahí no está la solución, eso no vale en definitiva, pues, cuando menos se piensa, aparece el amigo Machimbarrena con el recuerdo, y... no hay más remedio que rendirse.

Y en esta situación, y la del que tiene que escarpase, empiezo.

Algo hubiera querido decir sobre modos de desarrollar ciertas obras de establecimiento de canalizaciones de conducción de aguas en el fondo de cauces de rías, cuando no quepa construir puentes bajos, ni elevados, con beneficio tal para la economía de las obras que, económicamente, serían imposibles de otro modo. Pero como esto requiere algún tiempo de preparación y no dispongo de él, lo dejo para después de mi regreso de Suramérica, o sea para este verano. Por ahora me limitaré a trasladar unos recuerdos de mi vida profesional, que acaso puedan representar puntos de referencia para la realización de proyectos, Se refieren a cuestiones hidráulicas.

En una población de pequeño orden proyecté, hace muchos años, la conducción de las aguas de varios manantiales a un depósito que estaba ya construido. Las aguas se recogieron en una arqueta visible y salían en tubería de unos 10 centímetros de diámetro, en ligera pendiente, para atravesar en seguida una gran depresión del terreno, y elevándose sin cesar por ladera de fuertes pendientes, llegaba la tubería a la parte superior del depósito.

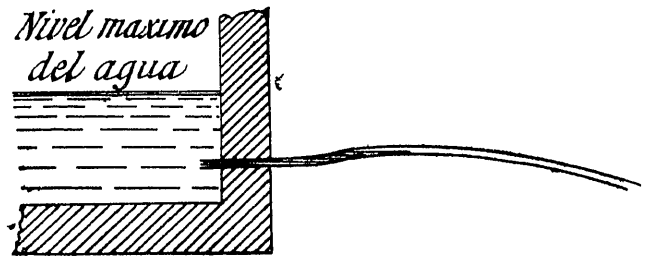
La obra se realizó sin incidente alguno, ni hubo dificultades que vencer, pues era tal su sencillez que no había que pensar en ellas. Eso no obstante, recibí una mañana un aviso de la primera autoridad de aquel pueblo comunicándome que, habiéndose empalmado las aguas de la arqueta con la tubería, no llegaban éstas al depósito, y que, según se decía, tenía que suceder así, porque el depósito estaba más alto que la arqueta en la cual se recogían las aguas de los manantiales. Me preocupó lo que me comunicaban, no porque pensara en errores de nivelación, que nunca existen si se pone un poco de cuidado en la toma de datos, sino porque suponía que algún tubo estaría obstruido por masas de cuerdas, sacos vacíos, piedras, papeles u otro obstáculo que, con o sin intención, dejara alguien. Y me preocupó porque la determinación de la zona obstruida puede ser labor penosa que haga preciso el empleo de cierto tiempo, con los gastos consiguientes y el retraso en el uso de lo que tanta ansia hay de utilizar.

Marché al lugar y vi que, efectivamente, no pasaba por la tubería ni una sola gota de agua y que el producto total de los manantiales salía al exterior por

un vertedero que tenía la arqueta, a un nivel más elevado que el de la tubería. La noche precedente había llovido bastante y en la zanja donde se colocó la tubería inicial de la línea vi un pequeño trozo de esa tubería, que asomaba en la superficie del agua retenida, y observé que el resto de la línea establecida a ambos lados de la parte visible estaba oculta dentro del agua enturbiada por la arcilla.

Ese hecho casual de la existencia de agua en la zanja ahorraba la necesidad de pensar y practicar nivelaciones y descubría la causa de lo que tanta alarma causó. Una gran masa de aire estaba encerrada en la tubería, sin salida posible, y, constituyendo un tapón, imposibilitaba la circulación de las aguas. El fenómeno queda gráficamente expuesto en el croquis núm. 1.

Después de haber ordenado se limpiara y rebajar



Croquis núm. 1

un poco el fondo de la zanja en toda la zona elevada, y sirviéndonos del agua de la propia zanja como nivel, hice colocar unos cuantos hombres sobre la parte alta de la tubería, y con su peso y con la producción de una pequeña serie de vibraciones se consiguió fácilmente poner la tubería en rasantes siempre descendentes. En cuanto comenzó el descenso de los tubos se produjo un verdadero estallido, saliendo violentamente grandes masas de aire que estaban encerradas en unos cuantos centenares de metros de línea y se estableció la normalidad, acudiendo el agua al depósito, *cual era su deber*, si no habían de fallar las leyes de la gravitación.

Gran sorpresa produjo en cuantos me acompañaban en aquella visita el hecho de que un pequeño error de nivel en la colocación de la tubería (que no llegaría a 20 centímetros en el punto más elevado) fuera capaz de producir tan enormes consecuencias como las de anular la posibilidad de una conducción.

El fenómeno es de muy sencilla explicación. Suponiendo—como sucede al terminar las obras—exenta la tubería de agua, sube ésta, al empalmarse los tubos con la arqueta, hasta salvar el punto más alto, y luego cae, rodada, por el tubo hacia el punto más bajo, hasta que llega a separar las dos ramas de la tubería. En ese momento va elevándose el agua en la arqueta y creándose un desnivel en la parte baja de la línea exactamente de igual importancia, como se dibuja en el croquis núm. 2. El punto final de este fenómeno se produce cuando no se puede elevar más el agua en la arqueta, sea porque llega al nivel de los manantiales, sea porque sale el agua por un vertedero, como sucedía en nuestro caso.

Esto me hizo recordar lo oído en mis tiempos de es-

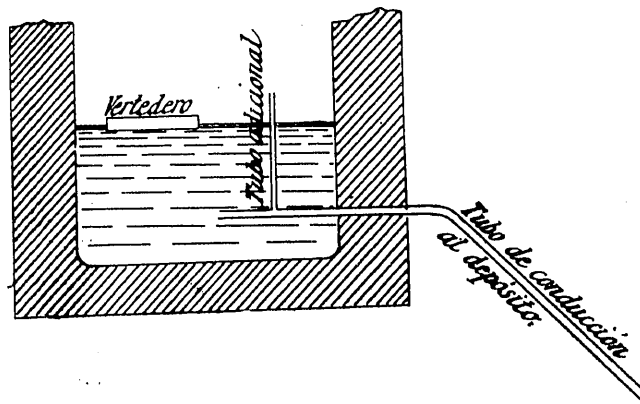
tudiante de Caminos, la historia de un suceso acaecido a dos distinguidos ingenieros, ya fallecidos, que realizaron el proyecto de abastecimiento de aguas de una ciudad española de mucha importancia y a base de un presupuesto muy elevado. Los ingenieros a que

tre el agua y el aire, éste se ve arrastrado por la superficie del agua, y se dificulta la conducción al aumentarse el caudal del manantial, ya que, aumentada la velocidad superficial, sigue la retención del aire dentro de la tubería. Y al taparse la boca libre del tubo, disminuída la capacidad de conducción de la zona de pequeña pendiente—pues en ella hay reducción de su sección—puede suceder que hasta se pierda agua, que, en otras condiciones, pudiera ser transportada por la línea.

En ese error caí en uno de mis trabajos, y mi disgusto fué grande, porque era muy fácil haberlo evitado, y tuve que recurrir, para subsanarlo rápida y económicamente, al establecimiento, en ciertos puntos del trazado, de pequeños tubos que derivaban el aire hacia puntos más altos que la línea piezométrica creada para los momentos de mayor carga.

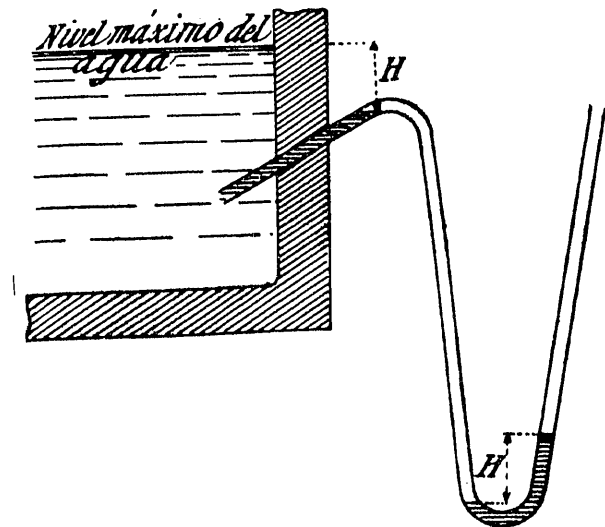
Otro suceso—y éste es de índole muy distinta—ocurrió en las obras de abastecimiento de agua a una población de importante mercado semanal. Las obras consistían en la conducción de aguas por un canalillo de obra de fábrica que terminaba en una arqueta de pequeñas dimensiones, que no tenía más misión que la de ser término del canal y comienzo de la tubería que condujera las aguas al depósito ya establecido para regularizar la utilización de aguas de otros orígenes. La tubería, que comenzaba en la arqueta, seguía la máxima pendiente de una ladera, descendiendo con unos 45° de inclinación en todo su trayecto.

Es cosa muy sabida que, disminuyéndose con el uso la potencia de conducción de los tubos, a consecuencia de las rugosidades que se forman en sus paredes interiores y por la consiguiente disminución del diámetro, y teniendo, por otra parte, en cuenta que la industria sólo construye tubos de determinados diámetros, la elección que siempre se hace para el tipo de tubería que haya de emplearse es tal que su capacidad de conducción inicial es muy superior a las necesidades que se estudian de momento. Y por eso, cuál no sería mi sorpresa cuando, telefónicamente, se me avisa por el alcalde del pueblo que me habría equivocado en el cálculo de la tubería necesaria, puesto que una gran parte del agua conducida por el canalillo se vertía por el terreno por manifiesta incapacidad del tubo para conducir las aguas que lle-



Croquis núm. 3

gaban a la arqueta. Sin perder momento, y después de repasar los cálculos hechos, que me garantizaban respecto al acierto en la elección del diámetro asignado a la tubería, partí para el pueblo, y cuando llegué subí por un atajo, para llegar cuanto antes al



Croquis núm. 2

me refiero calcularon, conociendo el caudal de agua disponible en aquella época, el tiempo que tardaría el líquido en llegar al punto donde se pensaba hacer una solemnísimas función inaugural, con bendición de aguas, etc. Así se preparó todo para un momento determinado. Pero las aguas anunciadas no llegaron ni a la hora señalada, ni mucho después, lo que produjo una desbandada general y comentarios de todo género, a pesar de que se procuraban posibles explicaciones de lo sucedido. El disgusto fué enorme. Estudiado con cuidado el perfil de la tubería (me refiero al perfil real), se comprobó la existencia de grandes cantidades de aire encerradas en varios trozos, análogamente a lo que he descrito poco antes. El arreglo, que costó bastante tiempo, no sé si consistió en la modificación del perfil donde estaba asentada la tubería o se realizó disponiendo ventosas de flotador en los puntos altos, pues de ambos modos puede realizarse, si bien, para la seguridad de un servicio establecido a base de ventosas automáticas, se requiere la existencia de determinadas condiciones, que no siempre concurren.

Para terminar este aspecto de fenómenos, voy a consignar una observación que conviene tenerla en cuenta en los proyectos de conducción de aguas. Si por la configuración del terreno o por algo que parezca razonable se tuviere la sensación de la conveniencia de arrancar el trazado de la tubería en pendiente muy suave, debe procurarse huir, en lo posible, de tal trazado y sustituirlo por otro en que la pendiente inicial sea muy fuerte, en forma que exija luego una rampa o rama ascendente, si bien ello impone el establecimiento de llaves de descarga y ventosas. Pero este gasto supletorio queda, en general, compensado con una libertad muy grande que se presenta para el trazado, sin aumento de longitud, y se consigue que la tubería funcione a sección llena, evitándose en absoluto los arrastres de aire, que, de otra suerte, habría en todos los períodos en que la capacidad de conducción de la tubería fuera superior al caudal disponible, pues siendo muy grande la adherencia en-

origen de la tubería y poder observar la verdad de lo que se me comunicaba. Llegué jadeante, dada la pendiente fortísima del camino y el largo recorrido, y en seguida vi una cosa curiosísima, que la indico en el croquis núm. 3, donde se consignan la posición de la arqueta y de la tubería de bajada. El fenómeno que se veía era el mismo anunciado por teléfono; el agua desbordaba en grandes masas por la arqueta. El efecto era el de una demostración de insuficiencia muy visible de la tubería.

El montador de dicha tubería había establecido en ésta, y dentro de la arqueta, un tubo vertical de plomo, soldado al tubo de la conducción, de diámetro pequeño, que sobresalía del nivel del agua. Pregunté qué era aquello, y me contestaron que *era una necesidad de la instalación para que la tubería pudiera ventilarse*, según les dijo el montador, y que solía ponerlo en todas las instalaciones. Sin decir una sola palabra, saqué de mis bolsillos una moneda de 5 pesetas; la coloqué sobre el tubo de plomo cerrando su boca libre, y, ante la estupefacción de todos, se

vió que todas las aguas conducidas por el canal pasaban al depósito al través de la tubería. Nadie habló una sola palabra durante un buen rato; sólo, en medio de aquel silencio, se notaban los movimientos de ojos que buscaban miradas de otros. Aquello pareció un milagro. La escena se terminó cortando de raíz con una navaja el tubo de plomo y dejando inundado el orificio que quedaba.

La explicación de aquello es bien sencilla. La velocidad del agua en su paso por la tubería era tan grande, que la presión que ella ejercía sobre las paredes del tubo resultaba menor que la atmosférica, y, en consecuencia, se inyectaba aire abundante, que, mezclado con el agua, daba lugar a una emulsión, con un aumento enorme en el volumen de la masa que se preparaba para ser transportada, haciendo insuficiente la tubería. Bastó suprimir la entrada del aire, cerrando la boca del tubo adicional, para que sus efectos cesaran instantáneamente y se demostrara el acierto en la elección del diámetro de la tubería.

Y con esto he terminado.

Marcelo SARASOLA
Ingeniero jefe de C., C. y P.

El ancho de la vía de los ferrocarriles españoles¹

III

Memoria de la Compañía de M. Z. A.

a) ANTECEDENTES QUE MOTIVARON EL ANCHO DE VÍA ADOPTADO EN ESPAÑA

Casi simultáneamente a la Memoria del general Echagüe, de la que dimos noticia en el artículo anterior, apareció en 1913 otra más extensa, publicada por la Compañía de los ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y a Alicante, que fué atribuída al prestigioso ingeniero D. Eduardo Maristany, director de dicha Compañía, que con su gran autoridad contribuyó a formar opinión acerca de este interesante problema.

Empieza la Memoria por hacer historia de los antecedentes que motivaron la elección del ancho de vía adoptado en España, diciendo que fueron dos las razones principales de dicha elección: una política militar y de carácter técnico la otra.

Respecto a la primera, la combate por ineficaz, diciendo que basta considerar que todas las naciones que constituyen el núcleo central de Europa, aun aquellas de intereses más encontrados, no tuvieron reparo en adoptar el mismo ancho de vía, estableciendo sin temor la continuidad normal de sus ferrocarriles. En la Memoria de Echagüe se pone en claro que no se tuvo en cuenta esta razón estratégica, que hubiera resultado ineficaz, sobre todo al aceptar un ancho de vía mayor, como en la gran guerra se demostró al invadir los alemanes territorio ruso, donde ripando una de las vías, rodó por ellas su material,

operación tan fácil de realizar como difícil resulta la contraria.

Respecto a las razones de carácter técnico, se fija en el fracaso que implica el hecho, sobre el que hemos llamado la atención, de que con el ancho español y la entrevía de 1,80 m, se alcance próximamente la misma capacidad de transporte que con la vía de 1,435 m y entrevía mínima de 2 m, con el inconveniente de que el mayor ancho obliga a emplear curvas de mayor radio, que en país tan quebrado como el nuestro implica más coste en la explanación, a menos que se fuerce para compensar el trazado vertical con detrimento precisamente de la capacidad de transporte, que se pretendía aumentar, lo que, unido al mayor peso muerto del material, por la mayor separación de sus ruedas, suma dificultades al aumento de potencia de transporte de los trenes españoles.

Se hace a continuación una historia de los estrechamientos realizados en diversos países de América y de Europa, tales como Canadá, Estados Unidos, Inglaterra y Holanda.

La característica de la transformación hecha en América, lo mismo en el Canadá que en los Estados Unidos, fué la rapidez; así, la Compañía del Grand-Trunk del Canadá, después de hacer con relativa calma los trabajos preliminares, pues se emplearon en ellos varios años, efectuó la transición en la línea principal, de más de 900 kilómetros de longitud, en la noche del 3 al 4 de octubre de 1873.

Esta rapidez se explica, según Maristany, por las condiciones de las líneas de aquel país, que tienen pocas obras de arte y escasas estaciones, que son los puntos donde el cambio ofrece más dificultades.

En los Estados Unidos, la Compañía Ohio-Mississippi hizo también en un día la transformación

¹ Véanse los números de 15 de febrero y 15 de marzo últimos, páginas 69 y 105.