

# REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

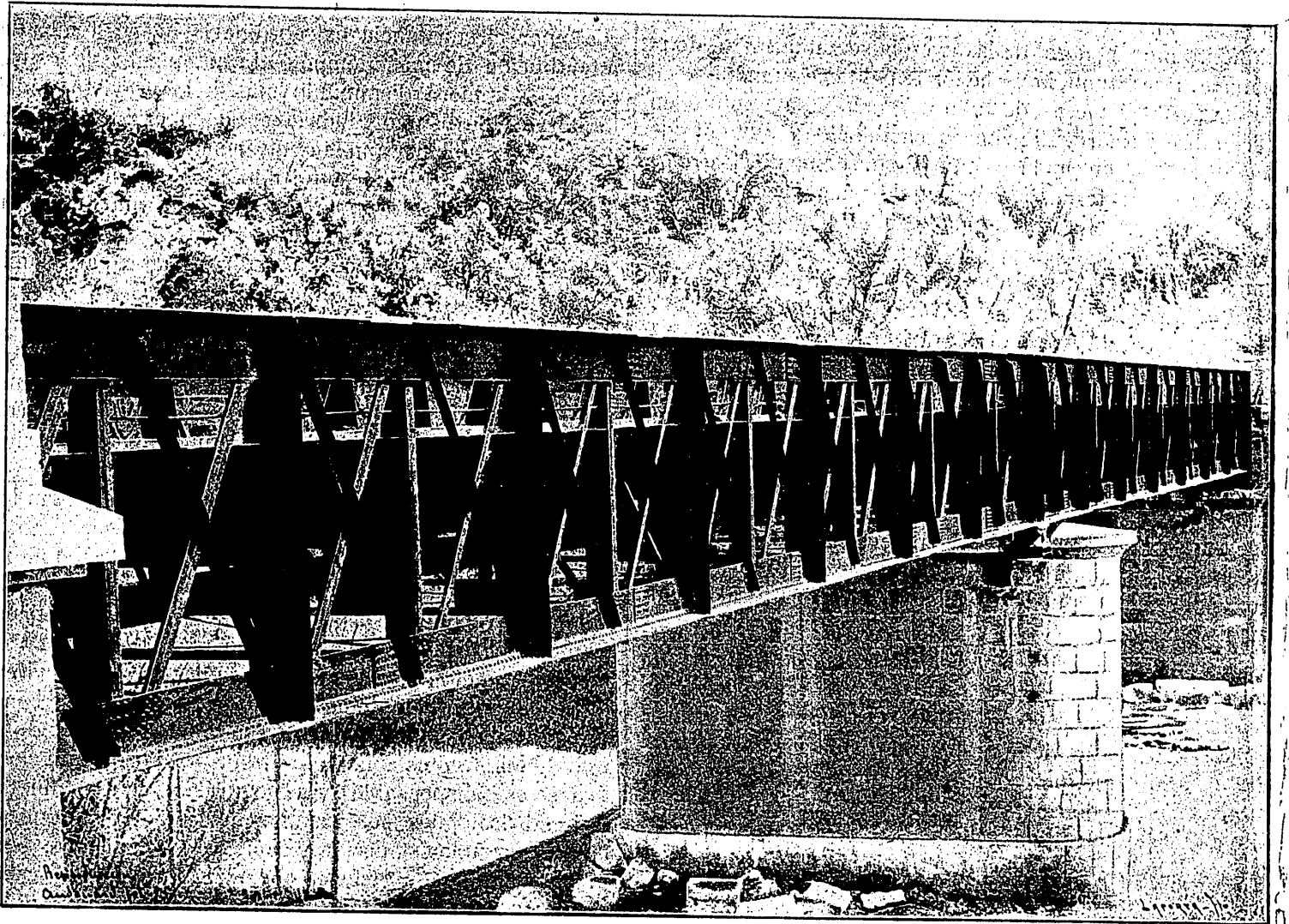
FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

**Redactor-Presidente.** Ilmo. Sr. D. Luis Sáinz, Inspector general de primera clase del Cuerpo de Ingenieros de Caminos.  
**Redactores.** Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.  
D. Luis Gaztelu, Profesor de la Escuela de Caminos.  
D. Manuel Maluquer, Ingeniero del mismo Cuerpo, *Secretario*.  
**Colaboradores.** Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

Puente sobre el río Cherín. - Carretera de Ugijar á Adra (Almería).



## ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE VIGO <sup>(1)</sup>

(Conclusión.)

### DEPÓSITO

Está ya tan repetidamente demostrado que toda distribución bien hecha necesita un depósito, que no es necesario justificar la construcción de esta parte de la obra. Únicamente cabe discutir respecto á su tamaño, pues mien-

tras en la mayor parte de los casos se limita al estrictamente preciso para que sirva de regulador á las intermitencias del gasto y para hacer frente á una avería en la conducción en algunos pueblos, en Madrid, por ejemplo, se han aumentado la capacidad de los depósitos, tanto por hacer frente á las turbias, durante las cuales no se admite el agua en las cañerías de distribución, como para sufrir en parte la escasez de agua en el estiaje; aunque es muy raro que para este último objeto puedan los depósitos tener capacidad suficiente.

La verdadera misión del depósito es que sirva para surtir de agua durante el tiempo máximo que pueda durar

(1) Véase el número anterior.

una reparación y para que diariamente sirva para equilibrar la diferencia entre el agua que llega y la que se gasta, puesto que hemos supuesto, y así sucede en realidad, que aquella entra en el depósito de un modo constante, en nuestro caso á razón de 40 litros por segundo, que podrá elevarse á 70 cuando el pueblo aumente; pero cualquiera que sea el volumen, se comprende que no ha de ser empleado en la ciudad del mismo modo, puesto que desde luego hay dos períodos de consumo muy desigual, siendo mucho menor durante la noche que durante el día, y aun en este último caso varía según las horas, observándose dos máximos, uno entre 7 y 10 de la mañana y decreciendo luego con un mínimo bien marcado hacia las doce de la mañana para tener otro máximo entre 4 y 7 de la tarde, desde cuya hora se acentúa mucho el descenso de consumo para llegar al mínimo hacia media noche. Hay también variación semanal, puesto que siempre se hace menos gasto en los primeros días, debiéndose indudablemente al hábito muy general de lavar en la segunda mitad de la semana. Por último, la variación anual tiene su máximo en verano, en los meses de Julio y Agosto y su mínimo en Diciembre y Enero. El primero es debido al aumento de temperatura y en pueblos como Vigo, se une á esta causa la colonia forastera. La amplitud de estas variaciones no es la misma en todos los pueblos ni en todos los climas, pero en general se estima en 37 por 100 el aumento de consumo diurno, en 10 por 100 el semanal y otro 30 por 100 para el anual de los meses de verano, que en Vigo debe elevarse hasta el 50 por 100 por la mayor población flotante; de modo que combinados los tres máximos puede dar lugar á un consumo durante algunas horas de ciertos días de verano de 97 por 100 sobre el término medio. En vista de estas consideraciones se adopta tanto para el depósito como para la distribución una cifra doble de la calculada para la cañería desde los manantiales hasta el depósito. Esta hipótesis se halla en perfecto acuerdo con la adoptada por Janning, que supone que durante algunas horas el máximo puede exceder en 100 por 100 al consumo medio.

En una conducción bien hecha no debe admitirse que pueda haber interrupción de más de 48 horas, porque en realidad la mayor parte de las averías podrán remediarse en la mitad de ese tiempo, de modo, que siendo la cantidad de agua que, por ahora, se propone tomar de 3.456 metros cúbicos diarios, sería bastante construir un depósito de 6.912 metros cúbicos de capacidad ó bien 7.000 en números redondos. Mas como la cañería del sifón de Sardoma es susceptible de conducir 70 litros por segundo, que hacen 6.048 metros cúbicos por día, para este caso ya el depósito de 7.000 metros cúbicos sería insuficiente, puesto que cualquiera interrupción que excediese de 24 horas tendría por necesidad que producir una perturbación extraordinaria, porque la falta de elemento tan indispensable como el agua no puede soportarse ni aun por poco tiempo, pues está probado que una vez adquirido el hábito de servirse de una distribución regular y bien establecidos desaparecen los antiguos medios de abastecimiento, produciéndose conflictos gravísimos que en la mayor parte de los casos dan lugar á cuestiones de orden público; de modo que debe á toda costa evitarse que llegue á tal extremo la penuria y disponer todos los elementos cuyo conjunto haya de servir para el abastecimiento, de modo, que ni aun remotamente pueda correrse el riesgo

de verse privado el pueblo de la cantidad de agua indispensable para el consumo doméstico, pudiendo, en caso de apuro, disminuirse la que se gasta en riegos, industrias y otros usos, no tan indispensables como el primero mencionado.

De lo expuesto resulta que mientras se limite el abastecimiento á 3.456 metros cúbicos diarios el depósito debe tener dos compartimientos con objeto de poder vaciar uno para limpiarlo ó hacer en él alguna reparación; se necesitará en total embalsar un volumen de 14.000 metros cúbicos cuando el incremento de población haga indispensable los 6.048 metros cúbicos diarios que puede conducir el sifón de Sardoma; todavía con un depósito de estas dimensiones puede hacerse frente á todas las irregularidades del consumo, puesto que aun en este caso, podría verificarse el abastecimiento normal de la población durante más de 48 horas, sin que en ese período de tiempo entrase un solo litro de agua en el depósito. Es claro que si cualquier circunstancia extraordinaria hiciera temer una interrupción de más tiempo ó el rendimiento de los manantiales hubiera disminuido más de lo previsto podría limitarse el consumo y habría agua en el depósito para más de una semana, aun sin entrar nada en él durante ese tiempo, ó bien podría ir supliendo las deficiencias de los manantiales durante uno ó más meses. Como ambos supuestos son poco favorables, lo corriente será que se utilice el depósito únicamente como regulador para suplir el mayor gasto diurno y estacional.

Con las dimensiones adoptadas de 84 metros de longitud por 40,80 de latitud y una altura de agua de 4,70, tendríamos una capacidad interior descontando el volumen del muro divisorio y de las pilastras de 15.000 metros cúbicos, es decir, para suplir en absoluto el gasto máximo durante más de cuatro días, y á poco que se reduzca el consumo para diez días y nunca puede suponerse tan largo plazo sin que llegue agua de los manantiales.

El emplazamiento del depósito en la falda del monte del Castro permitirá dejarlo, en su mayor parte, por debajo del nivel del terreno; mas como éste, aunque firme, es muy permeable, se ha supuesto que el espesor de los muros será el necesario para resistir por sí solos el empuje del agua, no tanto porque no pudiera contarse con el terreno para soportar parte de ese empuje, sobre todo en uno de los frentes longitudinales, sino porque un cierto grueso es indispensable para asegurar la impermeabilidad de la fábrica, pues por grande que sea el esmero que se emplee en su construcción y en la de los enlucidos, siempre hay algunas filtraciones que, siendo capilares, acaban por anularse en el interior de la fábrica misma; pero si ésta es de poco espesor y llegan á atravesarla y encuentran detrás un terreno permeable, van en aumento, adquiriendo cada vez más importancia y comprometiendo tal vez la estabilidad de la obra, produciendo, cuando menos, graves deterioros y pérdidas en la cantidad de agua almacenada, que no deja de ser un gran defecto en una obra de este género. Por esta razón aun cuando para resistir á la presión estática del agua bastaba haber dado un coeficiente de 0,40 de altura en los cuatro metros que como máximo quedará por fuera del terreno, se ha elevado hasta 0,50 en los muros longitudinales en que los contrafuertes están á 5,50 y 0,44 en los transversales, en que los contrafuertes están solo á 4<sup>m</sup>,00 de distancia.

El rectángulo general que forma el depósito, queda di-

vidido en dos cuadrados por el muro divisorio. Este tiene espesor suficiente para resistir el empuje del agua cuando uno de los compartimientos esté lleno y el otro vacío. Es macizo hasta diez centímetros por cima del nivel máximo del agua, y en la parte superior sirve para la unión directa de la cañería de llegada del sifón de Sárdoma con las de distribución según se explicará más adelante. El depósito va cubierto en toda su extensión, para lo cual lleva longitudinalmente siete muros, aligerados por arcos de 2,40, sobre los cuales cargan bóvedas semicirculares de cañón seguido de 4,00 metros de luz, de modo que en definitiva se apoya toda la cubierta sobre una serie de pilares. En los muros transversales lleva además, en el frente de cada una de las naves, aberturas que sirvan para la ventilación y en caso extremo de aliviaderos de superficie, si por negligencia ú otra causa dejaren de funcionar los desagües de fondo y los aliviaderos interiores de que van provistos ambos compartimientos en la proximidad de la cámara de llaves.

El emplazamiento del depósito viene á estar orientado próximamente N.S. en sentido de su longitud, de modo que al frente occidental corresponde la entrada de la cañería principal del sifón de Sárdoma. Esta se verificará á través del muro longitudinal de recinto para venir sobre el divisorio, bifurcándose antes de llegar á la cámara de llaves para poder llenar uno ú otro de ambos compartimientos. Además irá unido directamente á las cañerías de distribución, de suerte que pueda efectuarse ésta independientemente del depósito. Esta disposición permite realizar una economía de algo más de 90.000 pesetas si se construye solamente uno de los compartimientos, quedando en este caso el muro divisorio como de cierre lateral, hasta que se haga el otro y cerrando también de un modo provisional las bóvedas longitudinales. Claro está que la solución no es perfecta bajo el punto de vista de un buen servicio, pero no deja de ser aceptable, puesto que el depósito puede limpiarse, haciendo que la rama ascendente del sifón de Sárdoma comunique directamente con las cañerías de distribución, y como éstas á su vez conservan un gran volumen de agua, que á casi toda el área de la población puede llegar en varias direcciones diferentes, resultaría siempre posible el servicio durante el tiempo que pudiera durar la limpia ó una ligera reparación.

La cámara de llaves estará situada en el frente opuesto á la entrada del sifón, é irá provista del juego de piezas necesario para poner en comunicación cada uno de los compartimientos con las cañerías de distribución y para verificar el desagüe de fondo de estos compartimientos, y con las piezas especiales cuyos modelos son en su mayor parte de los usados en la distribución de París, donde una larga práctica y un servicio perfecto han hecho adoptar los más sencillos y eficaces.

Respecto á los materiales que han de entrar en la construcción del depósito, baste indicar que, con objeto de evitar lujo costoso é innecesario, la mayor parte de la fábrica es de mampostería, haciéndose solo de sillería los pilares, los refuerzos exteriores de los contrafuertes, las cornisas, jambas y demás partes que requieren esta clase de material. Las bóvedas inferiores serán de ladrillo prensado, que ya ahora se fabrica de excelente calidad en Pontevedra y puede obtenerse en Vigo á precios que permiten realizar una gran economía en ésta parte de la obra. Puede así

conseguirse también rapidez en la ejecución, lo cual no es pequeña ventaja.

#### DISTRIBUCIÓN INTERIOR

La distribución interior de agua en un pueblo es siempre un problema complejo que puede recibir varias soluciones, pero en ningún caso es dable determinar de un modo fijo y único la más conveniente. Son tantas y tan variadas las condiciones que hay que cumplir, que según se tengan en cuenta, unas con preferencia á otras, se llega á conclusiones distintas. Así, por ejemplo, los diámetros que permitan obtener la mayor economía bajo el punto de vista del peso del hierro, no son siempre aceptables para conseguir que el agua llegue á todos los puntos de la red en la cantidad y con la altura necesarias, tanto para el servicio doméstico y de incendios como para conseguir que una cañería alimente á otras, con las cuales se empalma cuando por cualquier causa pueda haber una interrupción en la que se considera como principal. La distribución resulta mucho más sencilla si se hace de modo que solo circule el agua en un solo sentido, es decir, que desde el depósito pasa á la cañería principal; con ésta empalman las de primer orden, á éstas se unen las de segundo, que á su vez alimentan las de tercero, etc. En este sistema nunca se unen dos cañerías de segundo orden por otra de menor diámetro, ni aun aquéllas entre sí, porque esto haría suponer que se admitiese la marcha del agua unas veces en un sentido, otras en el contrario. No obstante las ventajas que presenta este modo de resolver el problema, son todavía mayores los inconvenientes, porque resulta que una interrupción en la cañería principal priva de alimento á toda la red, y en general, cualquier avería deja sin servicio á todas las cañerías que se encuentran aguas abajo del punto donde aquélla ha tenido lugar. Este gravísimo defecto ha hecho que en casi todas las distribuciones modernas se adopte el sistema reticular, que permite que una cañería sea alimentada en direcciones diferentes.

Esto es claro que complica el problema de un modo extraordinario, porque hay que proceder por una serie de tanteos á veces largos y enojosos, hasta encontrar el modo de que los empalmes de unas cañerías con otras de diferente presión y diámetro, no den lugar á contrapresiones que hagan difícil la circulación del agua en algunos trozos. No obstante, puede simplificarse el problema adoptando como hipótesis la circulación en un sentido, suponiendo que el gasto es proporcional á la superficie edificable ó al número de habitantes de cada calle, y teniendo cuidado de no unir entre sí más que cañerías que tengan igual altura piezométrica. Esto no tiene más inconveniente que la necesidad de dar á algunos ramales diámetros algo superiores á los estrictamente necesarios para el gasto hipotético; pero como en general esto acontece en longitudes pequeñas, no influye gran cosa en definitiva en el coste de la distribución. Tal es el sistema seguido en el caso particular de Vigo, el cual nos ha llevado, por ejemplo, en la calle del Príncipe á adoptar un diámetro de 0,10, un poco superior al indispensable para el gasto, pero que nos permite obtener una altura á nivel piezométrico de 47<sup>m</sup>,10 en la esquina de la calle de Colón, y de 47<sup>m</sup>,24 en la esquina de la Puerta del Sol; es decir, prácticamente iguales en estos puntos, que si no por el gasto entre ambos, son importantes por corresponder á bifurcaciones

esenciales para el servicio de las cañerías situadas en la parte inferior de esta que consideramos.

Otra de las condiciones generales que han servido de base es que en las cañerías de último orden y en los puntos más lejanos del depósito haya, cuando menos, disponible una altura de veinticinco metros; tal acontece, por ejemplo, en la Estación del ferrocarril, que está relativamente á bastante altitud y constituye uno de los extremos de la red por la parte del N.E. En general, se tendrá mucha mayor altura, como puede verse por las ya citadas de la calle del Príncipe y por las siguientes en el campo de Granada; en el punto de empalme en la cañería que arranca del depósito con las de distribución habrá 29,76 metros; en la calle de Ronda, esquina á la de Velázquez Moreno, 43,04; en la calle de Colón, esquina á la del Duque de la Victoria, 54,49 metros; en el principio del paseo de Alfonso XII, 41,88 metros. De modo, que en todas partes será posible, no sólo llegar al nivel de las casas más altas que puedan construirse, sino disponer de bastante presión por encima de los tejados, lo cual constituye una gran ventaja para el caso de incendio.

La gran altura en que se encuentra el depósito ha permitido, no sólo dejar los niveles piezométricos indicados, sino emplear en la distribución diámetros pequeños para los tubos, á pesar de haber partido del supuesto de un gasto doble del medio y de haberla calculado para los 70 litros por segundo, que pueden llegar por el sifón de Sárdoma, de modo que la distribución se ha hecho para un consumo máximo de 140 litros por segundo, cifra con seguridad muy suficiente para hacer frente á todos los aumentos y eventualidades de un largo porvenir.

Como la población de Vigo no está terminada más que en la parte que antes se hallaba dentro de las murallas, no puede tomarse como base para calcular el consumo la superficie edificada, puesto que hay muchas calles en las cuales puede construirse mucho más de lo que existe. Por esta razón se ha partido del área edificable, con lo cual las calles aún no concluidas, llevarán cañerías de diámetro mayor que el necesario al presente; pero en cambio se tiene la seguridad de que no será preciso hacer nuevas instalaciones, que resultan mucho más caras cuando es suficiente la primera, porque como en ella ya están hechas las tomas particulares y empalmes de servicio de incendios, etc., no hay más remedio que colocar una nueva cañería, lo cual, además de la perturbación que ocasiona en todos los servicios urbanos, obliga á emplear mucho más hierro que con una cañería única, además de duplicar las llaves y piezas especiales, de hacer más costosa la conservación y de otros muchos inconvenientes que sería prolijo enumerar. En el caso de la distribución de Vigo hubiera sido imperdonable este defecto, pues con las grandes presiones de que se dispone el aumento de diámetro es insignificante, cuando se hace preciso, que en muchos casos no lo es, porque el límite mismo adoptado de 0<sup>m</sup>,06 basta y sobra en general para el consumo máximo que pueda realizarse en las calles donde se coloca tubería de esta dimensión.

Ya se ha dicho que se adopta para la distribución el sistema raticular; de modo, que en caso de interrupción por avería en una parte de la cañería, podrá casi siempre verificarse el servicio por intermedio de una rama secundaria, de suerte que será muy pequeña la zona á que pueda afectar la rotura de un tubo. Únicamente sería ésta de

consecuencias en el trozo que une el depósito con el campo de Granada, puesto que en ese proyecto no se ha proyectado más que una sola cañería con tubos de 0<sup>m</sup>,29 de diámetro. En realidad, esta, que pudiera parecer deficiencia, podría remediarse fácilmente, instalando en su tramo dos cañerías paralelas de 0<sup>m</sup>,20 de diámetro cada una.

Pero no creemos que esté justificado, ni aun el pequeño aumento de gasto que esto significa, porque la cañería única de 0<sup>m</sup>,29, en una longitud de 500 metros, colocada en terreno muy firme, con una pequeña presión que solo alcanza 29<sup>m</sup>,76 en el extremo inferior cuando podría resistir perfectamente 150 metros, ofrece tales garantías de seguridad, que no es probable ni casi parece posible que en este trozo pueda haber avería que ocasione interrupción en el servicio. Como además esa parte no está sujeta á golpes de ariete, repetimos que no parece justificado colocar tubos en previsión de un accidente tan remoto. Aun en el caso de que ocurriese, es casi seguro que se podría reparar la avería sin interrumpir el servicio más que en la zona alta del pueblo, porque las cañerías forman á su vez un depósito de bastante importancia, y como todas estarían llenas con el agua contenida en ellas, podría irse haciendo el abastecimiento durante las horas que pudieran emplearse en reemplazar un tubo roto, que es la mayor avería que pudiera tener lugar.

Desde el Campo de Granada parten las cañerías de la distribución propiamente dicha, y á medida que se desciende es menos probable que las averías puedan afectar una extensa zona, porque se aumenta el número de enlaces, de unas con otras, y por lo tanto la posibilidad de hacer el servicio por ambos lados.

La longitud total de tubos que comprende la distribución es grande por la forma que afecta la ciudad de Vigo, asentada en una faja larga y estrecha, y porque la densidad de la población es pequeña, pues de estar aglomerada como en la parte vieja, tendría más de cuádruple número de habitantes. En cambio, como queda indicado, los diámetros son pequeños, pues solo hay 0,25 en la calle de Ronda, desde el Campo de Granada á la esquina de la calle de Velázquez Moreno Alta, y de 0,20 en el resto de Ronda hasta la esquina de la calle del Príncipe. Tienen cañerías de 0,15, la calle del Duque de la Victoria, desde la esquina de la de Colón hasta la nueva travesía de la Barxa; la carretera del Castro al Couto y la calle de Santiago; con 0,12 están servidas las calles de Elduayen, hasta la de Sombrereros, la del Placer de afuera, la parte superior de la de Velázquez Moreno; la del Duque de la Victoria, desde la Travesía de la Barxa hasta el camino alto de Canadelo; los tubos de 0,10 se colocarán en las calles del Arenal, Príncipe, Carretera de Pontevedra, Colón (parte inferior), Urzáiz, calle de Elduayen desde Sombrereros, Carretera de Bayona y Velázquez Moreno. Todas las demás calles de la ciudad llevarán cañerías de diámetros más pequeños, en su mayoría de 0<sup>m</sup>,06, que es el menor adoptado. El detalle de la distribución se puede ver en el plano publicado en el núm. 7.

El resumen de longitudes de la tubería recta por diámetros arroja el resultado siguiente:

## RESUMEN DE LA TUBERÍA RECTA

Diámetro.	Longitud.	Longitud de las piezas especiales.	Longitud útil, descontando las de las piezas especiales.
0,29	506,00	0,82	505,18
0,25	396,00	2,14	393,86
0,20	379,00	4,68	374,32
0,15	896,00	5,66	890,34
0,12	627,00	4,75	622,25
0,10	4262,00	9,85	4252,15
0,08	1070,00	9,14	1060,86
0,06	10445,00	57,97	10387,03

## LLAVES DE SUSPENSIÓN Y DESAGÜE

	DIÁMETROS							
	0,31	0,25	0,20	0,15	0,12	0,10	0,08	0,06
Llaves de suspensión . . . . .	3	1	»	2	3	6	8	76
Llaves de desagüe.								
Bocas de riego é incendios . . . . .	253							

Lleva la distribución el número de bocas de riego é incendios para que estos dos importantes servicios queden establecidos de un modo completo en todo el área que comprenden las cañerías. En el presupuesto se incluyen cinco fuentes públicas para aumentar el número hoy existente, pero sin indicar punto de elección porque esto dependerá de circunstancias varias que solo pueden tenerse en el momento mismo de hacer las obras.

No creen os, por otra parte, que deba prodigarse el establecimiento de nuevas fuentes públicas, puesto que el principal objeto de un buen sistema de abastecimiento es tener el agua en el interior de las casas, en todas las habitaciones, y es claro que una vez instaladas las cañerías á domicilio, apenas habrá necesidad de recurrir á las fuentes públicas sino en contados casos, y en mucha menos proporción que al presente. No obstante, como el cambio de lo que pudiera llamarse régimen actual, al que habrá de existir después no puede efectuarse en un día, debe establecerse un servicio que mejore al que ahora hay, durante el período de adaptación. Pero repetimos que para hacer este período corto y obligar, aunque directamente, á que el agua esté en todas las casas, no conviene dar demasiadas facilidades para surtirse de ella en la calle.

Claro está que la transformación debe también favorecerse por medio de modificaciones en las ordenanzas municipales, obligando en un plazo no muy largo á establecer inodoros en todas las casas, con la obligación de que éstos sean de sifón hidráulico y con depósitos de limpia automáticos, de modo que haya la seguridad de que desaparezca una de las principales causas de infección que hoy existen. Si se adoptan estas medidas, si se completan con otras, prescribiendo que se pongan sifones en las acometidas de las alcantarillas, si estos sifones están ventilados en corona, y el escape de gases se hace á una altura que en ningún caso puedan infeccionarse las habitaciones, si por último se reglamenta el servicio de limpieza de las alcantarillas y el de policía en las calles, cosas ambas

esenciales y no difíciles, disponiendo de agua en abundancia, es seguro que la ciudad de Vigo reunirá condiciones higiénicas inmejorables.

No entraremos en el examen detenido de los diversos sistemas de tubos que pudieran emplearse en la distribución, porque con las grandes presiones á que estarán sometidos la mayor parte de los que se coloquen en Vigo, no ofrece género alguno de duda que los tubos de hierro fundido con empalme de enchufe y cordón y junta de plomo, son los que más garantías ofrecen de solidez y de duración. Los tubos Chameroy, que son de palastro de acero, recubierto exterior é interiormente de un barniz bituminoso, resultan mucho más ligeros y más baratos, y por estas razones han sido bastante emplados; pero el tiempo ha venido á demostrar que la economía era casi ilusoria, porque la duración es mucho menor que la de los tubos de hierro fundido, y en definitiva ha sido preciso volver á los de esta clase de material en muchas distribuciones que se habían empleado las de palastro. El único inconveniente del enchufe de manguito y cordón con junta de plomo, es la dificultad de reemplazar un tubo, pues aun cuando el procedimiento de calentar la unión hasta derretir el plomo puede dar buen resultado en muchos casos, salta la fundición y al fin hay necesidad de cortar el tubo con buril y hacer después la junta por medio de un manguito. Para evitar estos inconvenientes se emplean los tubos de hierro fundido con juntas de caoutchouc, ya del sistema «Lubril», ya del de «Petit», ya de otro análogo. Pero ni aun esto creemos necesario si al hacer la distribución se ponen las piezas especiales convenientes para hacer los empalmes de las cañerías secundarias, y además se dejan algunas en previsión de bifurcaciones que no sean para el momento necesarias. Para facilitar también las tomas particulares se prescribe que se dejen en los tubos mil agujeros, cerrados con tapón de rosca, lo cual permite hacer las derivaciones mucho más fácilmente que cuando hay que taladrar *in situ*, teniendo que hacer la junta con collar doble, aparte de la dificultad que siempre presenta hacer los taladros con la cañería en presión. Como de todos modos alguna vez será necesario hacerle, deberá emplearse el aparato «Claussolles» ú otro de igual sistema en que no haya precisión de dejar piezas especiales, costosas y que no siempre ofrecen completa garantía de formar junta impermeable. El mayor inconveniente de las tomas mal hechas es que dan lugar á pequeñas fugas, que si bien aisladamente no ocasionan grandes pérdidas, en total representan una de importancia; además del peligro de reblandecer el terreno y privar de apoyo á los tubos, lo cual es causa de asentamientos que á su vez no pueden verificarse sin quebrantar las juntas, produciendo grandes fugas y tal vez roturas de tubos.

La distribución á domicilio puede hacerse por medio de tubos de hierro galvanizado ó de plomo. Los primeros ofrecen la ventaja de resistir mejor las grandes presiones y habrá que recurrir á ella en toda la parte baja de la ciudad. Los segundos son más fáciles de colocar; por su flexibilidad se adaptan bien á todas las direcciones que sea preciso hacerles tomar en el interior de las casas. Algunos higienistas han opuesto el reparo de que ciertas aguas, en contacto con el plomo, lo descomponen, dando lugar á sales venenosas, y por tanto, han aconsejado que se empleen únicamente tubos de hierro, aun para las tomas particulares. En realidad, con aguas puras, este peligro no existe, y en las potables, aunque estén más cargadas de

sales que las que se trata de traer á Vigo (que se han visto son purísimas), es preciso que el agua permanezca estacionaria en las cañerías de plomo durante meses. En este caso la primera que se saca puede ser nociva, de modo que es bien remoto que tales circunstancias se produzcan en el abastecimiento de las casas particulares. No obstante repetimos que, en el caso objeto de este proyecto, ni aun ese temor puede haber, y la única consideración que debe tenerse en cuenta para adoptar uno ú otro material en las tomas particulares es la resistencia.

#### COMPARACIÓN DE LAS SOLUCIONES DE BEMBIBRE Y VILLAZA.

Tanto los análisis realizados con las de Bembibre como las del Arroyo Villaza, en el término de Zamanes, dan por resultado que ambas pueden clasificarse como *muy puras*. La forma de toma propuesta para la de Bembibre las pone á cubierto de toda contaminación, y por lo tanto pueden darse al consumo del mismo modo que llegan al depósito. Las de Villaza podrán necesitar el establecimiento de un tanque de decantación para evitar las turbias posibles en invierno, y siempre se hará preciso filtrarlas á su entrada en el depósito, para que, habiendo discurrido por la superficie en terreno cultivado, aunque no de mucha población, los preceptos higiénicos aconsejan que no se empleen en el consumo doméstico sin filtrarlas.

Hecha esta consideración, pueden considerarse idénticas á las de Bembibre bajo todos conceptos, y por lo tanto la comparación de ambas soluciones se limita á considerar su coste respectivo y las facilidades de ejecución.

Los presupuestos de ambas soluciones se han hecho con bastante amplitud para tener la seguridad de que, al construir las obras, no solo no será necesario recurrir á presupuestos adicionales, sino que es seguro que en la subasta se obtendrá una rebaja de importancia; por lo tanto pueden compararse los presupuestos de contrata como cifras máximas que no han de ser superadas en la práctica. El de Villaza es de 1.116.170,07 pesetas; el de Bembibre 1.017.690,98, hay, por lo tanto, una diferencia en favor de la última solución 98.479,09, ó sea en números redondos 100.000 pesetas.

Si consideramos los totales, teniendo en cuenta los gastos probables de los expedientes de expropiación, los presupuestos serán 1.183.725,07 pesetas para Villaza, y de 1.068.455,98 para Bembibre, lo cual da una diferencia de pesetas 115.269,09 á favor de la solución de Bembibre.

Esta cifra no es tan segura como lo anterior, porque en la comparación de ambos presupuestos entra el factor expropiación, cuyo valor no es tan fácil de determinar con exactitud. No obstante, como en ambas soluciones puede cometerse el mismo error, y la cifra obtenida no difiere mucho de la anterior, puede considerarse que la diferencia máxima entre ambas soluciones no excederá de pesetas 115.000 á 120.000, ó sea próximamente 10 ó 12 por 100 más cara la solución de Villaza que la de Bembibre.

La ventaja económica de la última está en parte contrarrestada por las mayores dificultades á que puedan dar lugar las obras de la toma y el expediente de expropiación. La toma en la zona de Bembibre se proyecta por una serie de galerías filtrantes, que aun cuando abiertas en su mayor parte en terreno del común, no han de dejar de suscitar protestas y entorpecimientos por parte de los vecinos, y como á medida que se aumenta la extensión ocu-

pada con las obras es mucho mayor el número de reclamantes, es de temer que el expediente se complique y su tramitación sea larga, aun cuando al fin el éxito no es dudoso, puesto que el abastecimiento de poblaciones es de uso preferente según la ley vigente de aguas. En cambio, en la solución del arroyo de Villaza la toma es sencilla, se hace en un solo punto, y aunque comprenda varios intereses, todos pueden comprenderse en un solo expediente de expropiación. Tiene, en cambio, el inconveniente del mayor coste y de necesitar la construcción de una mina ó túnel de 1.771 metros, que es obra larga, aunque no difícil.

Respecto á la cantidad de agua las consideramos idénticas, porque las obras de toma en Bembibre han de asegurar más de la aforada, y ésta permite obtener con exceso los 40 litros por segundo que son necesarios por el momento, y ya se ha visto también que hay otros manantiales que pueden hacer que esta cantidad se eleve á 70 litros, que es la capacidad del sifón de Sárdoma. En el arroyo Villaza, según se indicó al tratar de los aforos, los 40 litros por segundo representan algo menos del tercio del caudal en estiaje, de modo que por esta parte también está perfectamente asegurada la cantidad necesaria para el presente y para un porvenir bastante largo.

Son, pues, consideraciones de orden económico y administrativo, las que conviene tener en cuenta para elegir una ú otra solución.

F. GARCÍA ARENAL.

### PUESTO DE ENCLAVAMIENTOS SISTEMA SAXBY Y FARMER

DE LA ESTACIÓN DE MORA LA NUEVA EN LA LÍNEA DIRECTA  
DE ZARAGOZA A BARCELONA

**Observación preliminar.**—En el número de la REVISTA correspondiente al 1.º de Julio de este año, se publicó una *vista exterior* y otra *interior* de este puesto de enclavamientos, que instalé el año 1890 en la estación de Mora al construir la línea directa de Zaragoza á Barcelona (1). Hoy día, que tanto se ha desarrollado la aplicación de los enclavamientos en los ferrocarriles extranjeros, creo podrá tener algún interés conocer los principales elementos del proyecto de este puesto, el más importante de los hasta ahora instalados en los ferrocarriles españoles.

**Razones que motivaron el establecimiento de este puesto.**—En 1889 al 90, época en que se construyó la estación de Mora la Nueva, el trazado elegido para la línea directa de Zaragoza, á partir de dicho punto, seguía constantemente las márgenes del Ebro hasta llegar á la invicta ciudad: es decir, que el trayecto de Zaragoza á Mora, de unos 200 kilómetros aproximadamente, debía hallarse constituido por un trazado vertical inmejorable, sin contrapendientes y con rasantes máximas de 5<sup>m</sup>/m. En Mora, en dirección á Barcelona, es donde empieza el trazado de fuertes rampas, relativamente á la importancia de aquéllas, para salvar la divisoria Ebro-Francoí. Estas circunstancias, unidas á la de que Mora se halla sensiblemente situada en el centro de

(1) Insertamos otra vez dichos grabados para mayor comodidad de nuestros lectores.—(N. de la R.)