

PERFIL 51.

Ancho.	Superficie media.	Velocidad media del flujo.	Velocidad media del reflujo.
128	547,65	0,161	0,219
120	541,66	0,164	0,225
110	552,41	0,169	0,229
100	549,46	0,176	0,259
90	500,76	0,187	0,254
80	292,99	0,206	0,279

El examen de estos cuadros da á conocer que en el primero de ellos las velocidades van aumentando paulatinamente hasta llegar á 140 metros; pero desde aquí en adelante á medida que disminuye el ancho crece rápidamente la velocidad; en el segundo, las velocidades aumentan paulatinamente hasta 110 metros para despues hacerlo rápidamente segun disminuye el ancho. En atencion á esto, en los dos puntos de que se trata se debe dar al canal dimensiones que se separen poco de los números que últimamente se señalaron.

(Se continuará.)

CONDUCCION DE AGUAS Á SANTANDER.

En el número quinto del corriente año de esta REVISTA, dimos cuenta del tomo III de los *Anales de Obras públicas*, recientemente publicado por el Ministerio de Fomento, y que comprende la Memoria relativa al abastecimiento de aguas de Jerez de la Frontera, llevado á cabo con el más brillante éxito por nuestro distinguido amigo y compañero D. Angel Mayo.

Nos proponemos en este escrito dar á conocer, aunque sea ligeramente, otro trabajo de igual índole y del mismo Ingeniero, que conceptuamos ha de ofrecer interes para los lectores de la REVISTA.

Se trata del proyecto de conduccion de aguas potables á Santander.

Habiendo el Excmo. Sr. Ministro de Fomento tenido el feliz acierto de designar al Sr. Mayo para que informára al Ayuntamiento de la mencionada poblacion de todo lo relativo al abastecimiento de aguas que trataba de llevar á cabo, tuvo nuestro compañero que empezar por examinar un proyecto formado por un Ingeniero frances y costeadado por la Municipalidad.

Darémos una ligera idea de este proyecto, así como del informe del Sr. Mayo, el cual, desechándolo por completo, propone un nuevo estudio, del que ha sido igualmente encargado, llevándolo á cabo con una inteligencia que le honra sobremedera.

Consiste el proyecto del Ingeniero frances en tomar el agua en el rio Pisueña, en un sitio próximo á su desembocadura con el rio Pas y á una distancia de Santander de cerca de 20 kilómetros.

Como el punto de toma no presenta la suficiente elevacion para poder llevar rodada el agua que necesita la poblacion, empezó por establecer un acueducto de 4.460 metros de longitud, susceptible de conducir 257 litros de agua, y en su extremidad inferior dispone un salto de 17 metros de altura que le proporciona la suficiente fuerza motriz para elevar con bombas y turbina el caudal de 57 litros por segundo. Desde aquel punto lleva rodada esta agua á Santander por medio de doce sifones de una longitud total de 11.970 metros y de 12 trozos de acueducto de 0,5 por 0,5 de seccion y 7.900 metros de desarrollo. Al terminar esta conduccion se establece un primer depósito de 4.580 metros cúbicos de cabida, y de él parten las cañerías de distribucion del sistema Chameroy, que presentan un desarrollo total de 13.500 metros lineales; una de estas cañerías, despues de atravesar la poblacion, termina en un segundo depósito situado en la parte opuesta con respecto al primero y susceptible de contener 1.200 metros cúbicos de agua.

El presupuesto de la obra es de 7.657.809 reales, que con posterioridad elevó su autor á la cantidad de 14.071.719, fundándose en errores, omisiones, derechos de aduana é intereses; y partiendo de este último importe, propone al Ayuntamiento ejecutar las obras y tomar á su cargo la explotacion durante cien años siempre que se le garantice un rendimiento de 8 por 100 al capital invertido.

En su informe desechó el Sr. Mayo por completo el anterior proyecto, fundándose en varias razones, entre las que mencionaremos como principales las siguientes:

1.º La elevacion del agua con máquinas es una operacion completamente inútil y que puede evitarse haciendo la toma en el mismo rio unos seis kilómetros aguas arriba, en cuyo sitio se gana la suficiente altura para llevar el agua directamente rodada á Santander. Esta modificacion es tanto

más motivada, cuanto que el coste de los seis kilómetros de prolongacion del acueducto es inferior á la cantidad en que se presuponen las máquinas y sus accesorios.

2.º La seccion dada al acueducto de 0^m,5 de ancho por 0,5 de altura no permite su fácil reconocimiento y debe aumentarse.

3.º Considera tambien insuficiente el caudal de 50 litros de agua por segundo para la poblacion de Santander.

4.º Aconseja reemplazar el sistema de cañerías proyectadas de palastro y del sistema Chameroy, por las de fundicion, cuyos buenos resultados ha sancionado la experiencia.

5.º En el mismo proyecto se disponen los sifones con tubos de diámetros variables, disposicion que ofrece inconvenientes para la fácil reposicion de estos tubos en caso de accidentes.

6.º Finalmente, los dos depósitos dispuestos para la distribucion en dos extremos opuestos de la poblacion, son de poca capacidad y deben reemplazarse por uno solo.

Basta la simple lectura de las anteriores consideraciones para convencerse de lo muy fundadas que están y de la necesidad que hubo de proceder á un nuevo estudio de abastecimiento de aguas para Santander.

El notable trabajo que con este objeto ha llevado á cabo nuestro entendido compañero merece ser conocido en toda su extension; siendo de desear se publique por completo en la coleccion de los *Anales de Obras públicas*.

Como se comprende, sólo podemos en este escrito dar una muy ligera idea del estudio del señor Mayo, apuntando algunos datos principales del proyecto.

Despues de un detenido reconocimiento de todos los manantiales y rios de su localidad susceptibles de poder suministrar agua potable, abundante y en buena situacion para poderla conducir á Santander en condiciones aceptables, fija el señor Mayo los dos puntos de toma siguientes:

1.º Rio Pisueña, en un punto de su mismo cauce situado á nueve kilómetros agua arriba del emplazamiento elegido por el citado Ingeniero frances.

2.º En la márgen derecha del rio Pas y punto en donde nacen unos abundantes manantiales llamados de la Molina, que proceden de filtraciones del mismo rio, ó mejor dicho, que componen las aguas de esta corriente que, desapareciendo de la

superficie del terreno á unos cuatro kilómetros aguas arriba, corren bajo su lecho y salen filtradas en forma de manantiales.

Las aguas de ambos puntos de toma son excelentes y abundantes, no presentando una diferencia sensible en su composicion química.

El primer sitio de toma se halla á una altura de 109 metros sobre el nivel de la marea media y da lugar á un trazado de 24 kilómetros con un coste de unos 10.902.164 reales. El segundo, ó sean los manantiales de la Molina, están elevados de 128 metros sobre el referido nivel, su conduccion á Santander exige un desarrollo de 54.300 metros y su presupuesto total asciende á 15 millones de reales.

A pesar del mayor coste, propone el Sr. Mayo tomar el agua de dichos manantiales, por ser clara y trasparente en todo tiempo, mientras que el rio Pisueña está sujeto á enturbiarse con las frecuentes lluvias que tienen lugar en el país. Verificando la toma en el rio, habria que echar mano de filtros artificiales, los cuales, á mas de ocasionar importantes gastos de conservacion, no darian en épocas de turbias un agua tan clara como la que brota de los citados manantiales de la Molina.

La cantidad de agua que se propone conducir á Santander es de 100 litros por segundo. Destinado este caudal á una poblacion de 53.000 almas, acaso parezca algo crecido, pues da lugar á un volumen de 8.600 metros cúbicos en veinticuatro horas, ó algo más de 245 litros por habitante. Pero hay que tener en cuenta que Santander recibe durante la epoca del verano un aumento de poblacion muy considerable, y está ademas en condiciones de prosperidad que exigen el que se atienda á su porvenir.

Es evidente ademas que siendo abundantísimos los manantiales, y tratándose de conducir el agua en un acueducto de dimensiones tales que permita su fácil reconocimiento, debe aumentarse el caudal todo lo posible, puesto que no ocasiona mayor coste en la obra de fábrica; con respecto al aumento que se produce en el gasto de la tuberia para los sifones y cañerías principales de la distribucion, sabido es que no tiene gran importancia y no merece anteponerse á las ventajas que se consiguen con la abundancia del agua.

La seccion propuesta para el acueducto general se compone de un rectángulo de 0^m,70 de ancho y 0^m,95 de alto, terminado con un semicírculo de 0^m,55 de radio, resultando una altura total de

1^m,50 que permite el paso de un hombre y reparar en su interior cualquier desperfecto.

Se ha adoptado para dicho acueducto la pendiente de 0^m,0002, que con el ancho citado de 0^m,70, da lugar para el caudal de 100 litros, á una altura de agua de 0^m,54 y á una velocidad media de 0^m,47 por segundo. Esta se ha aumentado en las minas, fijando la pendiente á 0^m,00035, pero sin variar el ancho de la seccion. En los puentes-acueductos se ha establecido la misma seccion de 0^m,0004, conservando la misma altura de aquél, lo que ha permitido reducir á 0^m,50 la separacion de los cajeros y á 1^m,20 el ancho total de estos puentes.

El paso de los grandes barrancos, valles, y en general de todas las depresiones importantes, se verifica por medio de sifones en los que el agua discurre por una sola fila de tubos. Este sistema es evidentemente el más económico, y ningun inconveniente puede ofrecer en la práctica, pues las reparaciones á que podrán dar lugar cualquier escape de agua ó la rotura de algun elemento de la cañería, son susceptibles de poderle verificar en mucho ménos tiempo del que se necesita para consumir el caudal de agua que contiene el depósito de distribucion; es decir, sin tener que interrumpir el servicio de la poblacion.

Para determinar el diámetro de estos sifones se ha deducido del desnivel existente entre la toma y el depósito, la altura necesaria para dar al acueducto, puentes y minas la pendiente asignada, y dividiendo el resto por la longitud total de los sifones, se ha obtenido la pérdida de carga por metro, la cual ha resultado ser de 0^m,0057. Aplicando á esta pendiente y al caudal de 100 litros la fórmula conocida del gasto de extremidad, se obtiene el diámetro de la tubería que ligeramente aumentado, se ha fijado en 0^m,35.

No seguiremos con detalle el trazado general de la conduccion, ni expondremos los varios estudios parciales motivados por los accidentes del terreno; nos limitaremos á dar algunos apuntes sobre su composicion general.

Comprende una longitud total de 34.500 metros, formada, de 17.700 metros lineales de sifon y 16.600 de acueducto. En estos últimos van incluidos los pasos sobre puentes y en el interior de las minas. Estas ofrecen una longitud total de 2.553 metros: la mayor tiene 1.120 metros lineales con una carga máxima de 150 metros. El sifon de más longitud mide 4.207 metros, y la mayor carga de

agua llega en uno de ellos hasta 100 metros. En vista de esta gran presion, ha habido que dar un espesor bastante notable á los tubos; pero para conseguir alguna economía sin aumentar demasiado las dificultades de conservacion, se han adoptado dos tipos de tubería con dos espesores distintos, pero siempre con el mismo diámetro inferior. Los tubos más delgados se emplean para cargas inferiores á 50 metros, y los más reforzados, para los que pasan de este número.

Como obras de fábrica notables citaremos un puente-acueducto de palastro de dos tramos de 15,5 metros de luz cada uno, formando un tubo de seccion rectangular apoyado en dos estribos y una pila central, y otro de fábrica compuesto de ocho arcos de seis metros de luz.

Uno de los sifones atraviesa el rio Pisueña en un sitio que hubiera exigido un puente costoso por su longitud y elevacion; se propone sustituirle por una presa de 1^m,50 de elevacion y en su interior se coloca la tubería cuya seccion se subdivide para dicho paso en dos cañerías distintas.

Con otro de los sifones hay que cruzar dos caños de marismas en los que no convenia enterrar los tubos. Se sostienen éstos por una serie de pilares distantes de eje á eje de la misma longitud que tienen los tubos, recubriéndolos despues con un terraplen.

Se ha dado al depósito de distribucion una capacidad de 16.000 metros cúbicos, lo que permite abastecer la poblacion durante nueve dias, suponiendo que se reduzca el consumo á 50 litros por persona. Este depósito se divide en dos compartimientos por medio de un muro trasversal á la mayor longitud, y se recubre por bóvedas de cañon seguido sostenida por arcos que á su vez descansan sobre una serie de pilares cuyo conjunto forma una cuadrícula de cinco metros de lado. Los accesorios del depósito, como son tubos y llaves de llegada del agua, de toma, de comunicacion y desagüe, se han situado en una cámara adosada al muro longitudinal en su parte céntrica.

Para el cálculo de las cañerías de distribucion se ha partido del supuesto que el consumo del agua se verifica de una manera uniforme durante doce horas del dia. Salen del depósito dos cañerías de 0^m,25 de diámetro que permanecen juntas hasta llegar á la poblacion, en donde se separan para recorrer distintos caminos y subdividirla en tres zonas diferentes. De estas cañerías parten otras de

menores diámetros, que las enlazan y conducen el agua á todos los puntos necesarios.

El siguiente estado pone de manifiesto los diámetros, longitudes, espesores y peso por metro lineal de estas cañerías.

Diámetros.	0 ^m . 25	0 ^m . 20	0 ^m . 15	0 ^m . 10	0 ^m . 08
Longitud total. . . .	3.782 ^m	1.267 ^m	2.988 ^m	3.535 ^m	2.154 ^m
Espesor.	0 ^m . 0127	0 ^m . 0127	0 ^m . 011	0 ^m . 010	0 ^m . 010
Peso por met. lin. . .	85 ^k . 75	66 ^k . 32	45 ^k	26 ^k . 50	18 ^k . 44

El coste total de la conduccion y distribucion asciende á 3.783.077,82 pesetas, segun se indica á continuacion.

RESÚMEN DEL PRESUPUESTO.

	Pesetas.
Expropiaciones.	100.081,63
Excavaciones.	118.476,28
Obras de fábrica.	226.689,03
Acueducto.	800.360,54
Sifones.	1.047.240,59
Minas.	210.767,60
Depósito.	433.623,14
Distribucion.	352.632,89
Total.	3.289.632,89
15 por 100.	493.444,93
Presupuesto de subasta.	3.783.077,82

Si dividimos este importe por los 8.640 metros cúbicos de agua que recibirá diariamente la poblacion de Santander, obtendrémos para el metro cúbico la cantidad de 457 pesetas.

Como dato curioso é interesante ponemos á continuacion el coste que ha tenido el metro cúbico diario de agua en distintas poblaciones.

	Pesetas.
Cádiz.	1.400
Byde.	938
Madrid.	875
Liverpool.	675
Viena.	550
Jerez.	500
Santander.	437
Glasgow.	405
Brusélas.	327
Lyon.	300
París (conduccion de la Dhuís).	275

Las tarifas propuestas para la distribucion de Santander, son las siguientes:

	Pesetas.
Un metro cúbico diario para usos domésticos.	100
Medio id.	60
Uno id. para usos industriales.	50
Uno id. para riego de jardines.	30
Uno id. para servicios públicos.	15

El precio del agua para usos domésticos es igual al que ha fijado la reciente Compañía de conduccion de aguas del Sena á los alrededores de París.

Propone el Sr. Mayo la concesion del agua por los tres sistemas de contador, llave de aforo y caño libre, arreglando en este último caso el tipo del pago al arrendamiento de la finca.

E. B.

PARTE OFICIAL.

2 de Abril (*Gaceta del 11*).—FOMENTO.—Real órden declarando nula y dejando sin efecto la providencia que en 6 de Agosto de 1877 dictó el Gobernador de Valencia, autorizando á doña María Ramos y Lopez, viuda de D. Pascual Calatayud y Lapiedra, para que, como madre y legal administradora de sus menores hijos, salvo el derecho de propiedad y sin perjuicio de tercero, establezca un puente de barcas sobre el rio Júcar, sitio llamado Cruz de Muzquiz, con arreglo á las condiciones que se expresan.

3 de Abril (*Gaceta del 11*).—FOMENTO.—Real órden autorizando al Ayuntamiento de Gijon para que estudie el ensanche de dicha villa con sujecion al programa que al efecto ha presentado, y previo concurso que se celebrará en el plazo de seis meses, con arreglo á lo dispuesto en el art. 2.º de la ley de 21.

3 de Abril (*Gaceta del 11*).—FOMENTO.—Real órden aprobando las bases redactadas por el Ayuntamiento de Barcelona para el desvío de la ría de Malla.

5 de Abril (*Gaceta del 12*).—FOMENTO.—Real órden aprobando la plantilla de los portazgos correspondientes á las carreteras terminadas en la provincia de Madrid, y disponiendo ademas que se anuncie sin demora la subasta para el arriendo de los derechos exigibles en los de nueva creacion sobre la base de los productos calculados á cada uno, segun su respectivo Arancel.

9 de Abril (*Gaceta del 14*).—DIRECCION GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS, COMERCIO Y MINAS.—FERRO-CARRILES.—Autorizando á D. Blas Torres Pujalte para que en el término de un año pueda practicar los estudios de un tramvia que, partiendo de Alicante y de Novelda por las carreteras del Estado y empalmando en Crevillente termine en Orihuela.

10 de Abril (*Gaceta del 14*).—FOMENTO.—Reales órdenes disponiendo que no formen parte del plan general de carreteras del Estado las de Alcalá de Henares á Ambite, de Arganda del Rey á Pozuelo de las Torres, de Cervera á Guisona.

11 de Abril (*Gaceta del 15*).—HACIENDA.—Real órden resolviendo que es inadmisibile una demanda contencioso-administrativa, presentada á nombre de D. Jacobo Zobel de Zangronis, director de la Empresa para la desecacion y saneamiento de las marismas de Lebrija, contra una Real órden que