

se deja todo á la consideración del público, quien ha de juzgar de la razón de ser de la empresa en uno ú otro caso, una vez analizado convenientemente y que se funde una sociedad á la altura de su importancia.

No se afirma, pues, el porvenir que á uno y otro de dichos casos esté reservado; pero sí he de consignar clara y circunstanciadamente lo que representa cada uno de ellos.

Si el canal de Isabel II ha duplicado la propiedad urbana de Madrid, y si su construcción señala época en la historia de la capital de España, este canal del Guadarrama, con la oportunidad de su época y con las múltiples aplicaciones de que el otro no es susceptible, no sólo será complemento de su anterior, sino que contribuirá á levantar el valor de los cuantiosos intereses por él creados á la altura que las circunstancias de la vida moderna exigen.

El canal del Lozoya llena en Madrid las necesidades del consumo como aplicación meramente del agua; pero ni aun en este sentido llena el objeto del lujo, cuanto menos el de dotar de fuerza para industrias en grande escala, alumbrado público y particular á la altura de las necesidades modernas, tranvías eléctricos, ascensores en toda la escala que se demande, etc., etc.

Esta importante misión, juntamente con la de dotar á Madrid de igual cantidad de agua y de inmejorables condiciones, como las del Lozoya, es la que viene á llenar el canal del Guadarrama, como me propongo demostrar hasta la evidencia, y cuyas afirmaciones no son hijas de una opreciación particular, sino el resultado que arrojan los elementos que entran en juego y que todo está al alcance de quien se interese en analizarlo.

Un dato he de presentar de tantos como pudieran justificar la conveniencia del proyecto.

El canal del Lozoya emitió acciones para su realización al tipo de 2.000 *pesetas* el *real* fontanero; estas acciones se cotizan hoy á 5.500 pesetas.

Del reglamento para el servicio y distribución de las aguas de dicho canal de Isabel II tomo los datos de los precios á que facilita el agua, por diferentes conceptos.

He reducido las unidades allí consignadas á reales fontaneros de 135 litros por hora, á cuya unidad se ha dado el valor que resulta en renta y el capital que representa al tipo del 6 por 100 de capitalización, obteniendo el siguiente cuadro:

CONCEPTO	VALOR DEL REAL FONTANERO	
	Renta	Capitalizado al 6 por 100
	Pesetas	Pesetas
Usos no industriales	259	4.325
Usos industriales, gastando cinco hectólitros diarios.	194	3.233
Idem íd., íd. 10 íd. íd.	150	2.500
Idem íd., íd. 20 íd. íd.	114	1.900
Idem íd., íd. 30 íd. íd.	91	1.516
Idem íd., más de 30 íd. íd.	81	1.350
Por aforo, usos no industriales, ó gastando menos de 20 hectólitros diarios.	355	5.916
Industriales, gastando más de 20 íd. íd.	237	3.944
Idem íd., más de 40 íd. íd.	118	1.972
<i>Promedio.</i>	177	2.961

No es aventurado suponer que al tipo de 2.000 pesetas quedarían muy pocos propietarios de casas sin dotarlas de este elemento incondicionalmente para todas las aplicaciones y en propiedad; pero esto no lo puede hacer el canal que se explota, porque no tendría para atender á la demanda, y sólo se cotizan las acciones que se emitieron en aquella época de su construcción.

Aunque pudiera suponerse que este nuevo ingreso de agua en Madrid representa intereses encontrados con los del canal y los tenedores de su agua, á poco que se reflexione se verá que los propietarios de este agua la necesitan para su uso indispensable, y que no pueden utilizar el mayor valor que haya adquirido, que de igual manera se sirven de ella cualquiera que sea éste, y en cuanto al canal, si no está en actitud de vender, tampoco es sensible el perjuicio que puede ocasionarle la mayor concurrencia, tanto más que, viniendo este nuevo canal á poder atender de alguna manera á los servicios generales, podría darle medios de hacer ventas que hoy le es imposible.

El consumo de agua en poblaciones de la importancia que ha adquirido Madrid, está en relación con la que pueda disponer en buenas condiciones de adquisición, y esta cantidad de agua da la medida de las múltiples aplicaciones en bien de la economía, de la comodidad y de la higiene, y en esto se funda uno de los medios de allegar recursos para la nueva empresa, que, como veremos en su lugar, es necesaria muy poca suscripción para cubrir el presupuesto.

Por otra parte, tratándose de aplicaciones tan generales, á más de esta, como el alumbrado y la fuerza mecánica en todas sus manifestaciones, facilitado en condiciones

aceptables y con un 25 por 100 de descuento á los señores abonados, es racional la suscripción, si se ofrece seriedad en la empresa, poniéndose á su frente personas de respetabilidad, una vez que se estudie el asunto, como en efecto se cuenta ya con gran número de asociados.

No creo tener necesidad de extremar las aplicaciones para hallar colocación á todo el agua que se deriva del Guadarrama, que tiene asegurado empleo todo cuanto pueda procurarse; pero en el caso de que la demanda dentro de Madrid no fuera de toda la dotación, queda un campo harto amplio en que tiene indicación ilimitadamente.

Me refiero en esto á los pueblos y sus términos del trayecto del canal y las prolongaciones que en su caso se pudieran establecer, y para estos efectos he de distinguir tres casos completamente diferentes:

Primero. El tramo de canal superior, que toma las aguas directamente del pantano que va representado en el plano que más adelante se describe, puede suministrar aguas á los pueblos de Galapagar, Villalba y Torreldones y á todos los caseríos de aquellos montes y de las inmediaciones á las estaciones del ferrocarril.

Segundo. En el trayecto que desde las Rozas se extiende por la divisoria del Guadarrama y Manzanares, puede facilitarse también aguas á los pueblos de las Rozas, Majadahonda, Aravaca, el Pardo, Pozuelo, Húmera, la Casa de Campo, Carabancheles, Al corcón y campamento de maniobras militares.

Es evidente que el agua gastada á estos niveles debería tener igual valor que la vendida en Madrid, puesto que sólo se utilizaría de ella la fuerza de los saltos de Torreldones; pero aun en estas condiciones, como el precio ha de ser muy aceptable, sobre todo por suscripción, quién sabe lo que puede hacer variar á esta comarca un elemento que representa la vida en todos sentidos, tanto más donde la vegetación está favorecida con los abonos naturales que produce Madrid, y que con este nuevo elemento podrían improvisarse quintas de utilidad y recreo, dignas de las inmediaciones de una capital de la importancia de la Córte.

Esto daría el medio de crear sitios de que hay marcado deseo, en donde muchas familias, que pasan temporadas de recreo, no tendrían que alejarse, pudiendo hacerlo con toda frecuencia, comodidad y economía.

Como tercer caso, hay otra zona que podría utilizar estas aguas con mayores ventajas aún, puesto que serían á más bajo precio, toda vez que antes podría emplearse su fuerza en las inmediaciones de Madrid, ganando un salto de cerca de 100 metros, y quedar á una altura bastante para conducirse por bajo de los Carabancheles á Poniente de la carretera de Toledo, alcanzando todo el término de Villaverde y hasta por cerca de Getafe, pudiendo ramificarse por los pueblos de Pinto, Torrejón de Velasco, Valdemoro y Ciempozuelos, determinando su zona regable toda la vertiente hasta el río Jarama y la real acequia del mismo nombre.

A este canal podrían conducirse las aguas fecales de Madrid, que hoy, abandonadas en la inmensa caja del Manzanares, constituida por una esponja de arena, retiene los pro-

ductos orgánicos que en todo tiempo, y principalmente en verano, dan lugar á la concentración y emanaciones que hacen inhabitable esa zona, contribuyendo tal vez al mayor motivo de insalubridad de la capital de España.

Encauzadas estas aguas, y diluidas con las del Guadarrama, y aun otras que podría dar el Manzanares, habría una renovación constante, y á su reducida superficie correspondería una pequeña emanación tanto menor cuanto que la concentración y estancamiento estarían evitados en absoluto.

Bajo el punto de vista económico, esta mejora importante es posible que muy poco pudiera costar al Municipio, y aun pudiera hacerse cargo la empresa de todas las obras por el aprovechamiento de las dichas aguas fecales, que, juntamente con las que se indican del Guadarrama y del Manzanares, podrían llevar, no ya el riego solamente á esos inmensos llanos, sino que el mismo agua serviría de vehículo de los abonos de un valor sin límites y capaz de transformar esta parte, hoy sin un árbol, en un verdadero vergel de gran utilidad y recreo.

Esta zona, á que podrían alcanzar las aguas, representa una longitud de más de 30 kilómetros, con una latitud media de 10, ó sean 300 kilómetros cuadrados, con lo que se demuestra cumplidamente poder aplicar cuantas aguas se puedan conseguir y que no tuvieran destino en Madrid. (2)

No es objeto de presente, sino señalar hasta dónde tiene importancia el proyecto y los recursos que encierra para todos los casos, creyendo no sea necesario recurrir á todos ellos, sino que Madrid y los puntos más en contacto han de absorber inmediatamente todos los elementos, así bajo el punto de vista de dotación de aguas, como de fuerza mecánica para industrias y alumbrado, permitiendo, como se tiene repetido, atender á lo que más ventajas ofrezca, representando el mejor acumulador de fuerza ó luz el agua almacenada en los depósitos que se proyectan, que á voluntad podrán suministrarla en más ó menos tiempo cada día.

Pasemos, pues, á lo material del proyecto, dejando las consideraciones de este orden, sobre que se ha de insistir después.

ANTEPROYECTO GENERAL

AFOROS DEL GUADARRAMA

Se han practicado durante el año 1891 los aforos que indica el siguiente cuadro, estableciendo un vertedero en el puente viejo de Galapagar de 4 metros de longitud, en el que las alturas H de la columna correspondiente, dan los valores en litros por segundo, aplicada la fórmula

$$1.000 \times 0,40 \times 4 H \sqrt{19,6 \times H}$$

FECHA DE LOS AFOROS	Altura H en centímetros	Litros por segundo
Enero	26	904
Febrero.....	16	446
Marzo.....	76	4.512
Abril.....	25	848
Mayo.....	68	3.816
Junio.....	50	2.412
Julio.....	17	484
Agosto.....	3	40
Septiembre.....	70	3.992
Octubre.....	62	3.424
Noviembre.....	66	3.648
Diciembre.....	52	2.556
		26.982
<i>Promedio</i>		2.248
Pérdida por evaporación, 10 por 100 próximo.....		248
Cantidad utilizable.....		2.000

NOTA Se ha tomado dentro de cada mes los días de aguas medias, y así como algunos de éstos no fluían los 40 litros que resultan como mínimum, en otros no hubiera podido hacerse el aforo por este medio por exceso de caudal.

En su conjunto, estos aforos están comprobados por los datos obtenidos del Observatorio astronómico de Madrid, en que la lluvia durante el año 1891 es la que arroja el siguiente cuadro:

LLUVIA EN MILÍMETROS EN MADRID DURANTE EL AÑO 1891

SEGÚN DATOS DEL

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO

DÍAS	MILÍMETROS	DÍAS	MILÍMETROS
Del 1 al 10 de Enero.....	6,8	Del 1 al 10 de Julio.	»
Del 11 al 20 de íd.....	0,4	Del 11 al 20 de íd.....	3,1
Del 21 al 31 de íd.....	1,3	Del 21 al 31 de íd.....	1,0
Del 1 al 10 de Febrero.....	0,3	Del 1 al 10 de Agosto.....	»
Del 11 al 20 de íd.....	»	Del 11 al 20 de íd.....	»
Del 21 al 28 de íd.....	»	Del 21 al 31 de íd.....	»
Del 1 al 10 de Marzo.....	29,9	Del 1 al 10 de Septiembre....	3,0
Del 11 al 20 de íd.....	34,4	Del 11 al 20 de íd.....	64,1
Del 21 al 31 de íd.....	6,7	Del 21 al 30 de íd.....	»
Del 1 al 10 de Abril.....	»	Del 1 al 10 de Octubre.....	»
Del 11 al 20 de íd.....	0,5	Del 11 al 20 de íd.....	0,2
Del 21 al 30 de íd.....	6,7	Del 21 al 31 de íd.....	60,5
Del 1 al 10 de Mayo.....	7,9	Del 1 al 10 de Noviembre....	12,1
Del 11 al 20 de íd.....	1,1	Del 11 al 20 de íd.....	26,4
Del 21 al 31 de íd.....	33,4	Del 21 al 30 de íd.....	26,4
Del 1 al 10 de Junio.....	23,8	Del 1 al 10 de Diciembre....	3,0
Del 11 al 20 de íd.....	»	Del 11 al 20 de íd.....	2,0
Del 21 al 30 de íd.....	1,5	Del 21 al 31 de íd.....	18,7
			366,2

Este total de 366,2 milímetros de lluvia anual, refiriéndose al año 1891, que no fué de los más lluviosos, como resulta de otros datos consultados del mismo Observatorio, se toma como promedio para los cálculos del agua disponible.

Los 366,2 milímetros, ó 0,3662 metros de lluvia en la parte de cuenca del Guadarrama, de que se trata, calculada en 350 kilómetros cuadrados, da $0,3662 \times 350.000.000 = 128.170.000$ metros cúbicos de agua.

Tomando de esta cantidad el 50 por 100, que según el tratado de aguas y riegos del ilustrado Ingeniero D. Andrés Llaudaró, puede adoptarse como embalsada con relación á la que arrojan los datos pluviométricos, en el caso especial de tratarse de un terreno esencialmente impermeable, como perteneciente á una formación geológica cristalina, resultan 64.085.000 metros cúbicos de agua almacenados, que excede en 1.013.000 metros cúbicos de los dos por segundo, deducidos de los aforos anteriores y sobre que versa este aprovechamiento.

Tratándose de aguas, y sobre todo para población como Madrid, cuantos medios estén al alcance para conseguirse mayor cantidad, son dignos de tenerse en cuenta, y en este sentido ha de tomarse muy en consideración la idea que á estos fines hay emitida de derivar á la cuenca del Guadarrama aguas de allende la sierra de la provincia de Segovia.

Un gran paso se tiene dado para estos fines con la apertura del túnel del ferrocarril de Segovia, por el que podría conducirse sin ningún gasto sensible toda la que representa aquella cuenca hasta la rasante de este túnel, lo que relacionado con el pantano y depósitos que se proyectan para Madrid, tendría una importancia extraordinaria.

Asimismo se podrían conducir las aguas del río Aulencia, aunque de caracter torrencial, con muy pequeño coste, con lo que se aumentaría la dotación del pantano que se proyecta, al que podrían llegar por un pequeño canal, para lo que hay condiciones excelentes.

Como de presente no se cree de necesidad, baste indicar estos medios de ampliar el caudal de este aprovechamiento para los efectos que en su día pudieran interesar, y como medio de dar al proyecto toda la importancia que encierran los elementos naturales disponibles.

EMPLAZAMIENTO DEL CANAL SUPERIOR Y PANTANO

Del estudio detenido practicado sobre el terreno para el emplazamiento de los pantanos con que asegurar y regularizar la dotación del canal proyectado en la primera parte á que se hace referencia, resulta que, inmediatamente aguas arriba de esta concesión, en donde se reservaba para dedicarlo á depósitos de agua ó pantanos, existen tan sólo condiciones excepcionales para establecimiento de presas; pero á causa de la fuerte pendiente y gran encauzamiento del río, cubicados los embalses que podrían conseguirse, representan escaso volumen en relación al necesario al objeto.

Esta circunstancia ha hecho ampliar el campo de investigación de sitios que llenen el objeto de cantidad, á la vez que de fácil realización y de emplazamiento en despoblado, que son las condiciones á que principalmente debe aspirarse.

Pero la parte del río en que antes se había pensado para este objeto, puede utilizarse en aumentar el salto, como en efecto se consiguen otros 60 metros haciendo la

derivación en donde hay condiciones para el establecimiento de un pantano que por sí solo llena todas las condiciones apetecidas.

Esta nueva derivación y establecimiento de pantano debe tener lugar en terrenos de los términos de San Lorenzo, Escorial y Galapagar, emplazándose el pantano donde llaman el Monasterio antiguo, cuya presa está precisamente en las inmediaciones de los restos del edificio que se conoce con ese nombre.

Esta parte de canal debe conducirse por la margen derecha, cuya ladera tiene más condiciones y no interesa á la vía férrea sino para cruzarla una sola vez, como se representa en el plano.

El canal seguirá, pues, esta margen derecha, llevando los dos túneles ó minas que van representados, extendiéndose con una pendiente de 1 por 1.000 hasta donde se proyectó la primitiva presa, en que se crea el salto de 60 metros indicado.

En este sitio pueden establecerse turbinas y dinamos como en los saltos en que se descompone el originado por el proyecto principal, pudiendo acoplarse todos estos dinamos para el transporte de la corriente eléctrica hasta Madrid.

La sección, pendiente y condiciones todas de este canal, son análogas al primitivo, y en su lugar se consignan las obras que arroja su ejecución.

La obra más importante y que viene á facilitar todos los servicios permanentes, evitando que las aguas vayan al mar sin utilizarse, es dicho pantano, de que es aquí buen ejemplo de la importancia de estas obras en nuestros ríos torrenciales de España y de cuyo examen paso á ocuparme.

Cuéntase para emplazamiento de este pantano con unas condiciones como preparadas al efecto por la Naturaleza.

Así como en la parte hasta aquí reconocida del río se observa esa pendiente que origina el salto colosal que queda descrito de 210 metros, en esta otra parte la horizontalidad, así del perfil longitudinal como de los transversales, presenta las mejores condiciones de embalse ó almacenamiento de las aguas.

Estas condiciones dan lugar á una presa de gran longitud y de poca altura, por el contrario que en los sitios por bajo de esta parte del río hasta la presa de Gasco' pero acomodándose á estas circunstancias hay bastante aprovechable siguiendo el relieve del terreno, en donde debe establecerse un terraplén que ha de constituir la presa.

Basta, en efecto, que la presa sea de tierra, porque en esta parte del río se desliza suavemente como por un plano horizontal.

Solamente en la parte del desagüe de fondo y de alimentación del Canal, esta presa será de mampostería y de sillería, cuyos detalles se consignan en planos especiales que no pueden ser objeto de esta Memoria, bastando á dar idea el plano general y la descripción que seguidamente se hace de esta importante obra.

El macizo de terraplén tendrá una altura máxima sobre el taldek del río de 20 metros, viniendo á reducirse á cero á los 2.300 que tiene de longitud el dique de tierra que ha de cerrar el valle de embalse.

Su espesor, suponiendo un muro vertical y á las tierras un peso de 2.000 kilogramos en metro cúbico, está dado por la fórmula práctica

$$1,50 \times 20 \sqrt{\frac{1.000}{2.000}} = 10,8 \text{ metros;}$$

este será el ancho de su coronación general, que con el talud interior de 3 por 1 y de 1,5 por 1 exterior, tendrá gran exceso de resistencia, y siendo de arcilla apisonada ofrece convenientes condiciones de impermeabilidad.

Esta presa debe ser objeto de discusión en cuanto á su ejecución total, de mampostería ó mixta, según se determina en el presupuesto, pues aunque puede resolverse en esta forma acomodándose á las condiciones propias del caso y de la localidad, también hay grandes condiciones para hacerse toda de mampostería, teniendo tan á mano los principales materiales, como la piedra y arena, que haría que su coste no fuera mucho más que el consignado.

El embalse que se origina en estas condiciones es de cuatro kilómetros de longitud por 1,5 de ancho, término medio, lo que arroja una superficie de 600 hectáreas, que con la profundidad media de seis metros, da 36 millones de metros cúbicos de agua con que poder alimentar el Canal durante medio año á razón de dos metros cúbicos por segundo.

Esto garantiza almacenar el agua de las mayores crecidas por largos y abundantes que sean los períodos de deshielos y de lluvias; y, por otra parte, permite que el Canal disponga de su dotación durante los más prolongados estiajes.

La pérdida de agua por evaporación, apreciada en cuatro milímetros por día, representa en esta superficie durante todo el año 9.760.000 metros cúbicos, ó sea el 12 por 100 del total calculado al río.

Uno de los mayores inconvenientes de estos depósitos suele consistir en anularse más ó menos su cabida por los sedimentos de las mismas aguas; pero en este caso no tiene esto gran importancia, y así lo consigna el distinguido ingeniero D. Luis Canalejas en su informe, porque siendo todo el terreno granítico, sólo hay algunos arrastres de arena, pero no substancias en suspensión, por lo que ocupando estas arenas la caja del río, pueden ser arrastradas, siempre que el pantano esté en aguas bajas, al empezar las primeras lluvias, con que quedará limpio el depósito para contener las aguas sucesivas.

Debiendo tener la compuerta de alimentación dos metros cuadrados de sección para que sin carga alguna pueda dar la dotación del Canal, y lo mismo la de desagüe de fondo para que sea bastante activo el arrastre de las arenas, resulta que, con las presiones de 12 y 18 metros respectivamente, pueden dar 18 metros cúbicos por segundo la primera y 22 la segunda, ó entre ambas 40 metros cúbicos, calculado por la fórmula $1.000 \times 0,60 \times 2 \sqrt{19,6 H}$ con lo que puede atenderse al desagüe del pantano para que nunca pueda rebasar su altura; pero aun en el supuesto de que estas válvulas no pudieran funcionar con la oportunidad conveniente, ó si en algún caso no fueran suficientes, se establece un vertedero de 50 metros de ancho en el que con un metro de alto puede

desaguar 90 metros cúbicos, según la fórmula $1.000 \times 0,40 \times 1 \times 50 \sqrt{10,6 \times 1}$ aplicada á este caso.

Representa, por lo tanto, 130 metros cúbicos por segundo el desagüe, con lo que se garantiza la conservación del dique de tierra.

Como compuerta de alimentación y desagüe habrá una general de toda la altura de la presa, compuesta de varios tableros parciales, ensamblados, que podrán quitarse á voluntad, ó por medio de registros en los mismos, hacerse el desagüe en todos los casos por el nivel conveniente.

Esta compuerta general constituirá el lado exterior de un pozo formado en la presa en contacto con el embalse, á cuyo pozo acometerán, con direcciones convenientes, las galerías del Canal y del desagüe, estableciéndose la primera á cinco metros sobre el talbak del río, tanto por ganar ese salto, cuanto por evitar que tome arenas el Canal, teniendo en cuenta, por otra parte, que las primeras capas representan muy poco embalse, creciendo este progresivamente con la altura.

Cada uno de estos servicios tendrá su otra compuerta en dicho pozo, y el desagüe debe tener una tercera á la salida, que ajuste lo suficiente para que no haya pérdidas, y una vez que su uso debe ser poco frecuente, pueden calafatearse las juntas con el indicado objeto.

La sección del muro de presa será objeto de estudio detenido; pero, con todas las seguridades de resistencia, no ha de exceder de la que se aplica en la práctica como máximo, que su base sea igual á la altura, dando 4 metros de espesor á la coronación, también mucho más de lo que arroja la teoría, y cuyos datos han servido para la cubicación y presupuesto.

El paramento interior es vertical, y el exterior escalonado, para atenuar los efectos del descenso del agua, si bien puede afirmarse que no se hará uso y que esto sólo tiene por objeto la justificada previsión que antes se indica, como medio de garantizar en absoluto el derrame por la coronación general del dique.

SALTO EN EL PANTANO

El paso de las aguas del pantano al canal de derivación se efectuará con la presión correspondiente á la altura del depósito, y admitiendo el término medio de esta altura, que podrá ser de siete metros, se origina una fuerza de 140 caballos útiles, mediante el empleo de un receptor de 0,75 de coeficiente de aprovechamiento.

Esta fuerza tiene una marcada indicación, según está consignado en el número de *La Ingeniería Municipal* correspondiente al día 24 de Enero último, haciendo referencia precisamente á las fuerzas disponibles del Guadarrama cerca de Torreledones, con las que muy oportunamente se dice podría atenderse á facilitar corriente eléctrica para el alumbrado de los trenes de las líneas del Norte y de Segovia, cargando acumuladores en la estación de Villalva, en que estas dos líneas afluyen.

En efecto, estos 140 caballos equivalen á 61.824 wats, aun contando con el 60 por 100 de rendimiento en los acumuladores; con esto pueden alimentarse 1.545 luces de 10 bujías constantemente.

Esto equivale á más de 36.000 luces-hora, que á 2 céntimos darían un rendimiento de 720 pesetas diarias.

El consumo de luces no habrá de llegar nunca á este límite, pudiendo la empresa aplicar las luces sobrantes en las estaciones, incluso la de Madrid, en lo que habría de tener la economía que representa el precio asignado sobre cualquiera otro sistema de alumbrado, aun contando el valor de los acumuladores y su transporte.

Dado caso que esta aplicación no se hiciera, podría unirse esta fuerza á la línea de conducción á Madrid, ó bien destinarse al alumbrado é industrias del Escorial, del que dista unos 10 kilómetros.

Por este pantano, en cuanto pudiera referirse á la higiene, estando emplazado sin que haya pueblo alguno en su inmediación, ni mucho menos á que pueda llevar filtraciones, así por su posición y distancia cuanto por no admitirlas el terreno, no puede haber el más remoto peligro.

Sobre este punto habrá necesidad de someterse á la ley especial de pantanos, con la intervención correspondiente del Gobierno, á quien no se oculta la transcendencia de estas obras y en cuyo criterio está inspirada dicha ley para su fomento.

PROLONGACIÓN DEL CANAL DE GASCO

Para conducir las aguas á Madrid y pueblos del trayecto, ninguna modificación hay que hacer á las indicaciones del proyecto; sólo se ha de concretar la forma de llevarlo á la práctica, para lo que tanto se presta la topografía del terreno.

En efecto, una vez que el canal de Gasco obedecía á este mismo objeto y que termina en la divisoria del Guadarrama y del Manzanares, sólo hay que continuar el canal por esta divisoria, hasta conseguir el punto más conveniente para establecer un sifón con que cruzar la cuenca del Manzanares.

Esta parte de canal, por el contrario que las anteriores, viniendo á ocupar ya el terreno cuaternario ó diluviano, ofrece unas facilidades representadas por muy pocas inflexiones del terreno, y éste de fácil apertura para la caja, á la vez que impermeable.

Este canal se dirige desde el pueblo de Las Rozas, en que termina el de Gasco, pasando inmediatamente al Este de Majadahonda, hasta las inmediaciones de Casa Blanca, á Poniente de la Casa de Campo, en que se establecerán los depósitos. Tiene un desarrollo de 18 kilómetros, sin ninguna obra de fábrica importante, y sólo el paso sobre el arroyo de Maraventura en Las Rozas, y el de la carretera de la Coruña, con algunas pequeñas tajeas insignificantes.

Esta circunstancia se ha tenido en cuenta para darle una pendiente de uno por 3.000, toda vez que la mayor sección que esto origina, aquí no tiene importancia y

se consigue una mayor altura para el depósito, de cuyas ventajas se tratará inmediatamente.

El ancho medio de este canal, dado por la fórmula $L = \frac{Q}{50 h \sqrt{I h}}$ en que Q es 2 metros cúbicos, H la altura que supondremos de un metro é I la pendiente 0,00033 asignada, da para este ancho medio $\frac{2}{50 \times 1 \sqrt{0,00033 \times 1}} = 2,22$ metros, que representa una sección de 2,22 m² y con talud de $\frac{1}{2}$ 1,72 metros de solera.

ESTABLECIMIENTO DE DEPÓSITOS PARA MADRID

Se ha tenido muy en cuenta la circunstancia de poderse establecer los depósitos á mayor altura de nivel que los del Lozoya, lo que permitirá suministrar agua á los barrios de Tetuán, La Prosperidad y La Concepción, así como á los más altos pisos de las casas del barrio de Salamanca, en que hay que elevar la del Lozoya por medio de bombas desde algunos pisos á los superiores y en que el servicio de riegos de presión, ascensores, etc., es hoy deficiente.

La cota del canal de Gasco, en su terminación en Las Rozas, es de 724 metros y la del depósito en Casa-Blanca de 718. Siendo la de los depósitos del Lozoya de 693, resulta una diferencia de 25 metros más elevados las aguas del Guadarrama, que con exceso pueden llenar los objetos que quedan indicados.

El plano de curvas calculadas en que aparecen todos estos detalles, puede dar idea exacta hasta dónde son realizables estos fines, analizándose á la simple inspección por los cotas de las citadas curvas en que hay verdadera exactitud matemática, como tomadas en gran parte de los trabajos del Instituto Geográfico, que España ostenta como una gloria nacional.

Todos estos datos están comprobados en lo que se refiere á lo esencial del proyecto, constándome por otra parte directamente la exactitud de cuanto se refiera al Instituto Geográfico, á que he tenido el honor de pertenecer.

El emplazamiento de los depósitos para surtir de agua á Madrid, está marcado en el plano, en el punto D, distante tres kilómetros de las Ventas de Alcorcón, al rumbo Oeste, por encima de la Casa de Campo, próximo á la Cañada de la Carrera y la Casa-Blanca; las dimensiones son, de 200 metros de longitud por 100 de ancho, con un compartimento en el centro para que resulten dos de una hectárea, que representan cada uno una cubicación, próximamente, como el menor de los del Lozoya, y entre ambos la que el mayor.

Esta superficie es poco menor que la del estaque Grande del Retiro; pero siendo su profundidad de seis metros, el volumen de agua, ó su capacidad, es de 120.000 metros cúbicos.

Cada uno de estos depósitos gemelos tendrá su tubería de conducción, una vez que, como veremos después, son dos las que deben emplearse; pudiendo disponerse de modo que cualquiera de ellos pueda alimentar las dos tuberías, con lo que puede atenderse á

los accidentes que ocurran, lo mismo en los depósitos que en estas tuberías, así como á los diversos servicios que se establezcan.

Con estos depósitos se viene á llenar una necesidad sentida y de que parece hay propósito de dotar á Madrid; pero con la notable ventaja en este caso de que, siendo dos orígenes de agua distintos, se aleja ese temor del conflicto, si por cualquiera causa faltasen las del origen único actual.

En cuanto á las aguas turbias, que con frecuencia hay necesidad de consumir, también puede evitarse en gran parte; tanto porque no la conduzcan en este estado los dos ríos á la vez, cuanto porque, disponiéndolo convenientemente, puede darse tiempo á la sedimentación en unos depósitos, en tanto se consume lo de otros. La circunstancia de estar emplazados los depósitos donde hay grandes condiciones y el terreno tiene escaso valor, podría dar el medio de ampliarlos suficientemente á satisfacer la conveniencia de almacenar agua para el consumo durante un mes por lo menos, con lo que habría una seguridad de no verse privado Madrid de aguas si por cualquiera causa natural ó violenta se cortasen las conducciones en términos que su rehabilitación exigiera obras considerables.

Como estos conceptos han de tratarse en otro lugar, allí ha de verse su importancia, que desde luego se comprende al solo enunciado.

Estos depósitos, estando en despoblado, pueden ser descubiertos, con lo que el inconveniente de la pérdida por evaporación es fácil ver no tiene importancia, y en todo caso siempre podría cubrirse, sin dejar de prestar servicio, mediante unas naves sobre columnas metálicas apoyadas en pilares de sillería hasta la rasante del agua.

La construcción de estos depósitos consistirá en el vaciado de la caja, que con el terreno extraído alcance la profundidad de 7 metros, cuya caja llevará un muro de contención impermeable, así como su fondo. Este muro puede ser de ladrillo con mortero hidráulico, con espesor del cuarto de su altura ó 1,75 metros, según fórmulas que rigen en la materia.

Los detalles y fórmulas harían interminable esta Memoria y se exhibirán solamente á quien interese su examen, ó si en la discusión á que pudiera dar lugar hubiera necesidad de ello; bastando al objeto demostrar la posibilidad racional del proyecto, y á grandes rasgos su conjunto.

SIFÓN

La obra de cruzar la cuenca del Manzanares, hubiera sido en los tiempos que se hizo el cañal de Gasco de suma transcendencia, así en su construcción como en su entretenimiento; pues que, aplicando el sistema de acueducto, único posible en aquella época, este hubiera necesitado una longitud de 9,5 kilómetros, alcanzando una altura máxima de 120 metros para haber podido llegar desde el sitio más conveniente, hoy

elegido hasta los depósitos del Lozoya, y desde donde hubiera podido hacerse la distribución, aunque no en las condiciones de presión ni llenando los servicios que hoy.

Esta obra en el día, gracias á las aplicaciones de materiales tan apropiados como el hierro, es problema que no ofrece dificultad, estableciendo un sifón en que pueda economizarse gran parte del ramal de subida, que puede estar representado por la red de distribución establecida, que como se ha dicho, permite extenderse á los barrios más elevados de Madrid, á la vez que alimentar simultáneamente los depósitos del Lozoya.

La circunstancia de emplearse dos líneas de tubería, da el medio de dirigir una á la Puerta del Sol, comunicando con los anillos que convenga de la red general de distribución, destinando á esta las líneas que alcancen mayor altitud y que sea más probable su empalme á otras zonas aún más elevadas; otra línea puede dirigirse á los depósitos del Lozoya, llenando en su trayecto los servicios que se designen; en ambos sifones no hay ninguna contrapendiente, utilizándose las cajas de los arroyos en que van indicados, así para la rama de bajada como la ascendente. Sólo en la parte inferior necesitarán desagüe, cerca del río, para la limpia de los sedimentos que pudieran ocasionarse.

Para determinar la sección del sifón, habría necesidad de conocer los diversos puntos de desagüe cuyo nivel determinaría la velocidad.

Para esto, tomando la cota correspondiente á la Puerta del Sol, que puede representar el centro de consumo, tendremos una diferencia de nivel de 60 metros, que en la distancia de 8 kilómetros, representa 0,0075 por unidad, y en tubos de grandes dimensiones corresponde una velocidad según Prony de $1^m,30$ por segundo y siendo 2 metros cúbicos la dotación del canal, esta sección será: $\frac{2}{1,30} = 1,54$ que corresponde á cada uno, de los dos tubos á $0^m,77$ ó aproximadamente un metro de diámetro.

Estos tubos deben resistir presiones hasta de 12 atmósferas, en la parte inferior del sifón, lo que no representa nada extraordinario en el coste ni en la construcción.

Los detalles de estos tubos y su acoplamiento es objeto de otro lugar, tratándose aquí solamente, como se ha dicho antes, de la posibilidad de la obra y de sus condiciones generales.

Se tiene calculado el espesor de los tubos, y en cuanto al presupuesto, se ha consultado una importante casa constructora que los ofrece garantizados, sobre cuyo asunto merece estudiarse las importantes aplicaciones que en Italia se hacen con extraordinarias ventajas sobre todo lo conocido hasta hoy.

En cuanto á la aplicación de las tuberías y depósitos del Lozoya, propiedad de Estado, como ha de hacerse uso en su caso, con su anuencia, se espera que este servicio se comprenda en la fórmula que al efecto haya de determinarlo.

