

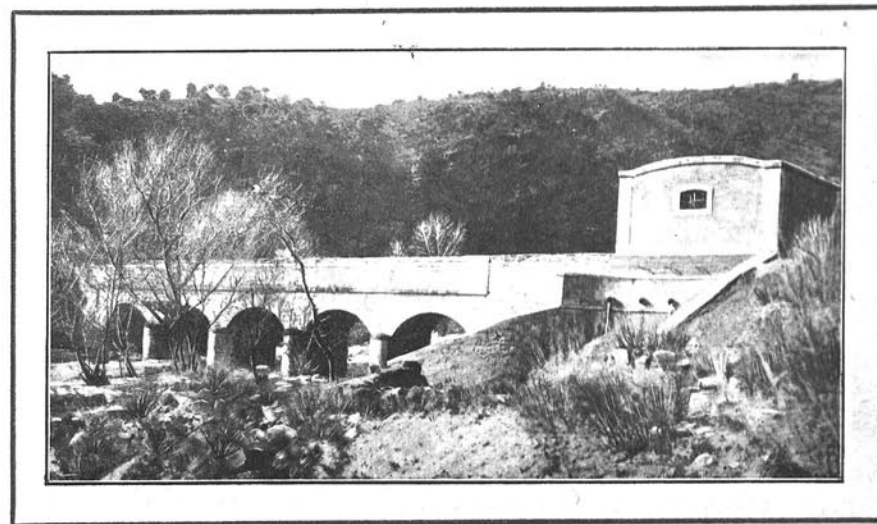
622-

Canal de Isabel II

622

Años 1911 y 1912.

150



MEMORIA

SOBRE EL ESTADO DE LOS DIFERENTES SERVICIOS
EN 31 DICIEMBRE DE 1911

INGENIERO DIRECTOR

D. RAMÓN DE AGUINAGA

PRIMERA PARTE



Nuestra época de turismo y de sport, no es difícil el tropezar con madrileños que han visitado los fjords de Noruega, los lagos suizos é italianos, la Costa Azul ó los embalses del Nilo, siendo, sin embargo, mucho más escaso el número de aquellos que han explorado el curso del Canal de Isabel II, que con 76 kilómetros de recorrido trae á Madrid el agua de sus viviendas y de sus calles.

Nuestra especialísima idiosincrasia nacional hace el que, obra de tanta magnitud, de tanta utilidad, con la que estamos en diario é ineludible contacto, sea completamente desconocida para la inmensa generalidad de los madrileños, que la ignoran en su historia, en su forma, en su funcionamiento y en la organización de los servicios que de ella se derivan.

Este Canal, tan desconocido como calumniado, no ha sido aún revelado á nuestros conciudadanos, y ni siquiera la popular industria de las tarjetas postales ilustradas, se ha apoderado de sus obras monumentales para vulgarizar su conocimiento entre propios y extraños.

A ello es debido el que el pueblo de Madrid, que se siente orgulloso de su Parque del Retiro, de sus Paseos de Recoletos y Castellana, que considera muy suyos, no extienda su cariño al Canal de Isabel II, cuyos servicios, sin embargo, les son tan necesarios, porque ignora su existencia é ignora, sobre todo, el que para su exclusivo servicio se han realizado y se están realizando tan importantes obras.

Sólo así se explica el que tengan acogida comunicados en los que se acusa á la Administración del Canal, de convertir en codiciosa y avara explotación industrial el servicio de abastecimiento de aguas.

Deploramos sinceramente el carecer de condiciones para poder divulgar entre el pueblo de Madrid el conocimiento exacto de los servicios de abasteci-

miento de agua y de llevar á todos los ámbitos de nuestra capital el convencimiento de que el Canal de Isabel II no es una empresa industrial sedienta de beneficios y cuyos dividendos tengan que buscarse en los bolsillos de nuestros convecinos, sino una Administración desinteresada que, en nombre del pueblo de Madrid, por cuenta del pueblo de Madrid y en provecho exclusivo del pueblo de Madrid, distribuye las aguas del Lozoya.

Convencer á todo el mundo de esta verdad sencilla y fundamental, de que las obras grandiosas del Canal fueron levantadas sola y exclusivamente para el vecindario de la capital y que éste disfruta de todos los beneficios que de las mismas se derivan y se derivarán en lo futuro, es tarea que la prensa diaria debiera ayudarnos á llevar á cabo con los medios poderosos de que dispone, pues el contribuir al fomento del Canal de Isabel II, al desarrollo y perfeccionamiento de sus servicios, es contribuir al incremento de la ciudad de Madrid y del bienestar de sus moradores.

Nuestra modesta situación oficial sólo nos permite el iniciar este trabajo, exponiendo á continuación, con la brevedad posible, cuanto se ha hecho y cuanto, á nuestro juicio, debe hacerse todavía por el Canal de Isabel II para que Madrid llegue á tener un servicio de abastecimiento de aguas que responda á todas las exigencias modernas de una gran capital, aunque para ello no hagamos más que reproducir datos expuestos en Memorias anteriores.

Consideraciones generales sobre el problema de abastecimiento de aguas.

El abastecimiento de aguas es el problema más difícil que hoy tienen que resolver las poblaciones de crecido número de habitantes; son de tal importancia las condiciones que debe satisfacer un buen abastecimiento de

aguas, que son rarísimas las ciudades que disponen de un servicio que las cumpla.

Sabido es que la civilización pagana, con su culto fervoroso por la belleza plástica y su gusto por los ejercicios atléticos, difundió por todo el mundo greco-romano el hábito de la limpieza corporal y la necesidad de abastecer de aguas limpias y abundantes sus grandes poblaciones, y así lo atestiguan los numerosos acueductos romanos que todavía permanecen en nuestro suelo ibero, como los de Mérida y Segovia.

La edad media, con su nueva orientación de la vida humana hacia un más allá, que hacía despreciable nuestra existencia terrenal y sus cuidados materiales, restringió de tal suerte el empleo del agua en las grandes poblaciones, que la misma Roma vió obstruidos é inutilizados durante siglos sus maravillosos acueductos, lo mismo que se fueron arruinando los que en todos los ámbitos del mundo, la indomable energía de aquel pueblo había prodigado.

Así es que, posteriormente á la edad media, muy lentamente ha venido progresando la necesidad del abastecimiento de aguas de las grandes poblaciones, y de tal suerte, que á principios del siglo último, el consumo no llegaba á 50 litros por día y habitante en las principales ciudades del mundo.

Los adelantos de la higiene pública y privada, las revelaciones geniales de Pasteur acerca de la existencia é importancia de los microorganismos; la presencia comprobada de bacterias en las aguas que por más puras se tienen, son otras tantas causas de complicación en el difícil problema del abastecimiento de aguas de una gran población.

Sería ocioso insistir sobre la necesidad de una distribución de aguas en las poblaciones, así como tratar de demostrar la importancia higiénica de la cantidad y calidad del agua distribuida, su influencia en la difusión de las enfermedades, como las fiebres tifoideas, el cólera, la disenteria, etc., la inmu-

nidad y la disminución de la mortalidad que han obtenido las poblaciones por medio de un buen abastecimiento de aguas. Todo eso es conocido y en la mayor parte de los países civilizados, las disposiciones legislativas dan medios á las poblaciones para que puedan proporcionarse el caudal necesario de agua en buenas condiciones de potabilidad.

Desde el punto de vista práctico, el problema del abastecimiento de aguas de una población no es siempre fácil ni aun posible, pues depende de un sin número de condiciones locales, naturales, técnicas y financieras.

Las necesidades que hay que satisfacer, varían para cada población y dependen del número de sus habitantes, del modo de distribuir el agua, de su importancia industrial, de la extensión superficial de parques y jardines que deben regarse, de la existencia de alcantarillado, del clima, etc., etc.

Mucho se viene discutiendo respecto al caudal de agua que debe conducirse á una población, pero hoy todas las eminencias que se dedican á esta clase de estudios están de acuerdo en sostener que el caudal de aguas que se conduzca nunca es excesivo, y que debe aprovecharse todo

el que sea posible, porque siempre se encuentra aplicación para él. El caudal conducido, casi siempre, está limitado por las dificultades económicas.

El consumo hoy en las poblaciones importantes, y que se precian de estar regularmente dotadas, varía de 150 á 750 litros por día y habitante. Las cifras más altas se aplican en las poblaciones de los Estados Unidos, donde á este problema se le da toda la importancia que en realidad tiene y donde se admite un gran despilfarro, el caño libre sin contador, pero es necesario llegar á las últimas cifras para poder autorizarlo: como término medio, no debe calcularse un caudal inferior de 250 á 400 litros por día y habitante, y esto dentro del servicio del caño libre con contador.

Además debe tener el agua el nivel necesario para que su distribución

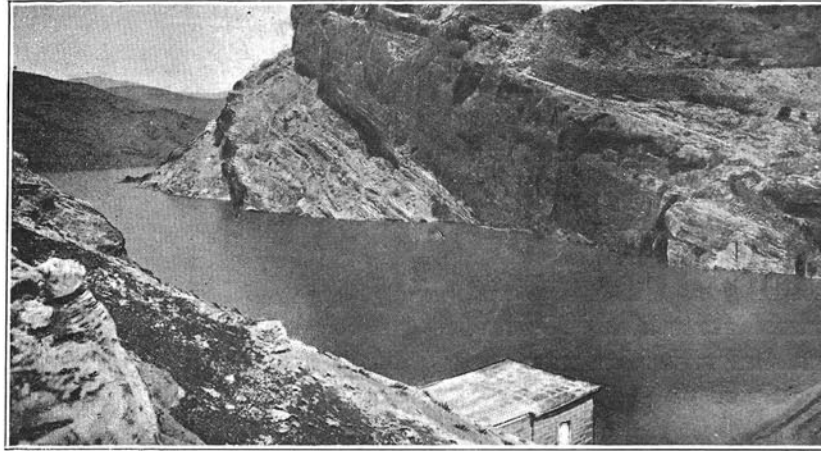


Fig. 1. — Embalse del Pontón de la Oliva.

Kilómetro 70.

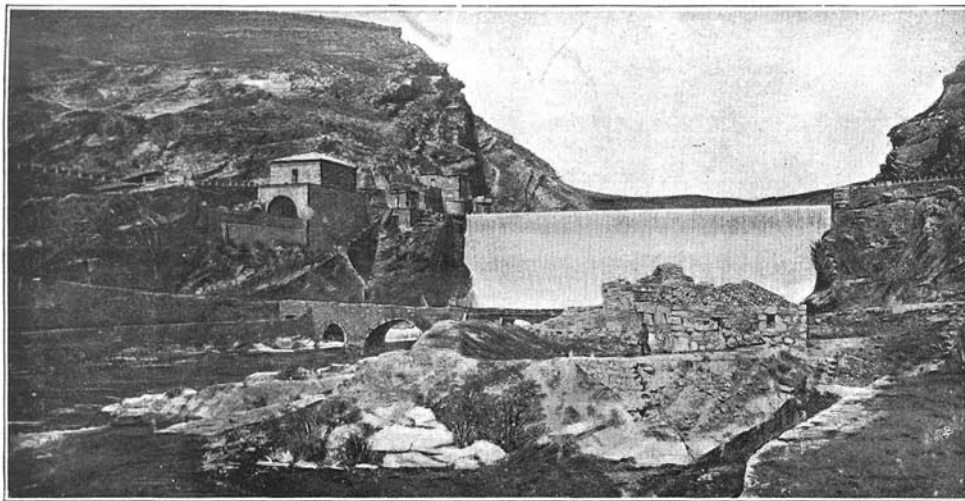


Fig. 2.—Presa del Pontón de la Oliva.

Kilómetro 70.

sea cómoda y llegue á todas partes con la presión necesaria, y ésta no debe ser menor de 20 á 40 metros.

No hemos hecho más que bosquejar á grandes rasgos las condiciones generales que debe satisfacer una buena distribución de aguas, para tenerlas en cuenta en el estudio que vamos á hacer del abastecimiento de aguas de Madrid, y poder, con estos datos, después de descritas las obras hasta hoy realizadas, determinar cuáles son las que deben aún realizarse para conseguir que el abastecimiento de aguas de Madrid llegue á satisfacer todas las exigencias de la higiene moderna.

Orígenes del Canal de Isabel II.

Desde mediados del siglo XVIII empezó á preocupar la idea de dotar á Madrid de una conducción de aguas para su abastecimiento: muchos fueron los proyectos ó estudios preliminares presentados, unos, proponiendo el aprovechamiento de las aguas del río Jarama, otros, las del río Lozoya, algunos, las del Guadalix y Manzanares y, por último, otros las del Guadarrama, sin que se llegara á un resultado práctico.

A mediados del siglo XIX, es decir, después de un siglo de dudas y discusiones, el año 1848, el eminente hombre público D. Juan Bravo Murillo, fué quien acometió con verdadero entusiasmo el problema del abastecimiento de aguas de Madrid.

En esta fecha, Madrid contaba con una población de 200.000 habitantes y con un caudal de agua de unos 2.000 metros cúbicos por día, suministrados por los llamados „Viajes antiguos“, que representaban una dotación por día y habitante de 10 litros; cantidad insuficiente, distribuída por aguadores, que en número de mil próximamente, repartían algo más de mil metros cúbicos, resultando el precio del metro cúbico á unas dos pesetas cincuenta céntimos.

La resolución del magno problema de dotar á Madrid del caudal de agua que le era necesario, fué encomendada á los eminentes Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, D. Juan Rafo y D. Juan de Rivera, quienes en el plazo de nueve meses llevaron á cabo el correspondiente estudio, practicando una minuciosa y detenida investigación de todos los ríos que rodean á Madrid.

Verificados los aforos necesarios, dedujeron que las aguas que de-

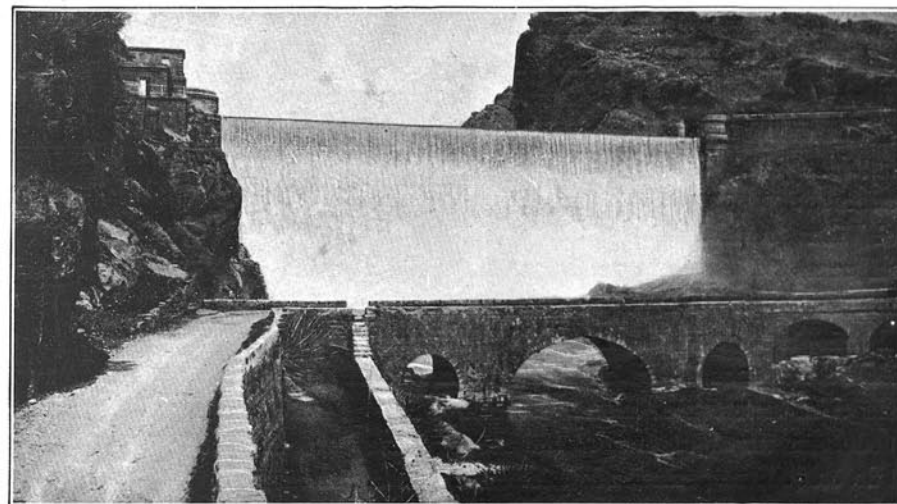


Fig. 3.—Presa del Pontón de la Oliva.

Kilómetro 70.

bían utilizarse eran las del río Lozoya. Los ríos cuya situación topográfica permite que sus aguas puedan ser conducidas rodadas á Madrid son el Guadarrama, el Manzanares, el Guadalix, el Lozoya y el Jarama.

Del examen del plano que acompañamos, se deduce que estando situados en la cuenca del río Lozoya los picos más elevados de la Sierra del Guadarrama, donde se acumula mayor cantidad de nieve, á igualdad de extensión superficial de cuenca debe recoger el Lozoya mayor caudal de agua que los demás ríos.

La relación entre la extensión superficial de las cuencas de estos ríos es de 782 kilómetros cuadrados la del Lozoya, 352 la del Jarama, 252 la del Guadalix, 219 la del Manzanares y 257 la del Guadarrama, medidas á partir de los puntos situados próximamente á la misma cota que la presa del Villar.

Los aforos que diariamente se practican en el río Lozoya, en Vinaderos, agua arriba del embalse del Villar, á partir del año 1900, han demostrado que el caudal medio mínimo en la presa del Villar, puede tomarse de 6.000 litros por segundo, porque siendo el caudal menor el del año 1903, que fué de 5.758, teniendo en cuenta que los aforos han sido hechos unos 11 kilómetros agua arriba de la presa del Villar, sumado á la cifra anterior el caudal que afluye á la presa del Villar en esta zona, puede, sin temor alguno, tomarse como base para el caudal medio mínimo el de 6.000 litros, existiendo años en los que el caudal medio excede de 15.000 litros por segundo.

Los terrenos que constituyen la parte alta del valle del Lozoya, perte-

necen al estrato cristalino y son impermeables, resultando un vaso inmejorable para la regularización del régimen del río.

Estas condiciones del terreno hacen que la composición química de sus aguas sea inmejorable, como se ha comprobado por los análisis practicados, que acusan dos grados y medio hidrotimétricos.

Primer período de la construcción de las obras.

El 18 de Junio de 1851 se acordó que el Estado procediera á la ejecución de las obras proyectadas por aquellos ingenieros, bajo la denominación de Canal de Isabel II.

En 8 de Julio de 1851 fué nombrado Director facultativo de estos trabajos el Inspector general del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, D. José García Otero.

Comprobados los datos consignados en el estudio hecho por los ingenieros Sres. Rafo y Rivera, el 1.º de Agosto de 1851, se organi-

zaron los trabajos para la formación del proyecto definitivo y elegido el punto llamado Pontón de la Oliva para situar la presa de elevación y embalse, el 11 del mismo mes tuvo lugar la inauguración, habiendo el Rey Don Francisco de Asís, en nombre de S. M. la Reina Doña Isabel II, colocado la primera piedra.

A la elección de este punto como toma de agua, indujo sin duda alguna la masa de roca caliza dura que atraviesa el río en el mismo, cuyas condiciones como base para fundar una presa no podían ser mejores, pero no se tuvo en cuenta el que este emplazamiento se hallaba ya en el terreno cretá-

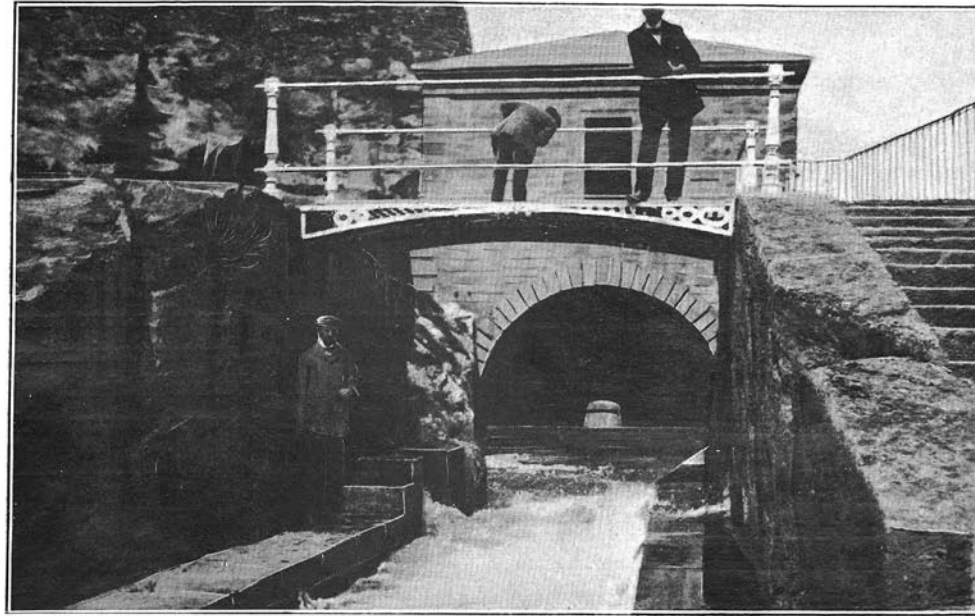


Fig. 4.—Pontón de la Oliva. Toma de aguas

Kilómetro 70.

ceo, quedando la formación primitiva á unos 600 metros agua arriba del punto elegido.

Para más fácil comprobación de la descripción que vamos á hacer de los trabajos realizados para la conducción de aguas de Madrid y de los que están hoy en curso de ejecución, aparece en el plano que acompañamos, acotado con curvas de nivel de 20 en 20 metros, el trazado del Canal, y unido esto á una colección de fotografías de las obras más importantes, dará una idea de la importancia del problema resuelto, más que la descripción detallada que pudiéramos hacer.

Como hemos indicado, las obras dieron comienzo el 11 de Agosto de 1851 en el punto llamado Pontón de la Oliva, donde se construyó una magnífica presa que tiene 26,68 metros de altura, de los que 20 son de elevación de aguas y 6,68 metros de embalse, almacenando un caudal aprovechable de tres millones de metros cúbicos.

La forma y disposición del embalse y la presa, se ve en los grabados números 1, 2 y 3 que se acompañan. En el número 4 se ve la toma de aguas, y en los números 5 y 7 la entrada del agua en el Canal ó acueducto cubierto. Suplanta y sección aparecen en la figura 6.

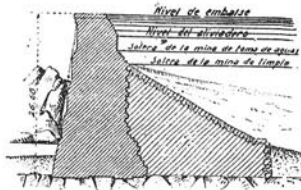
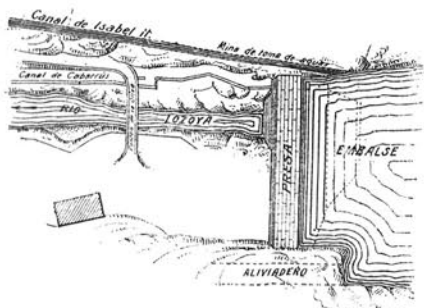


Fig. 6.

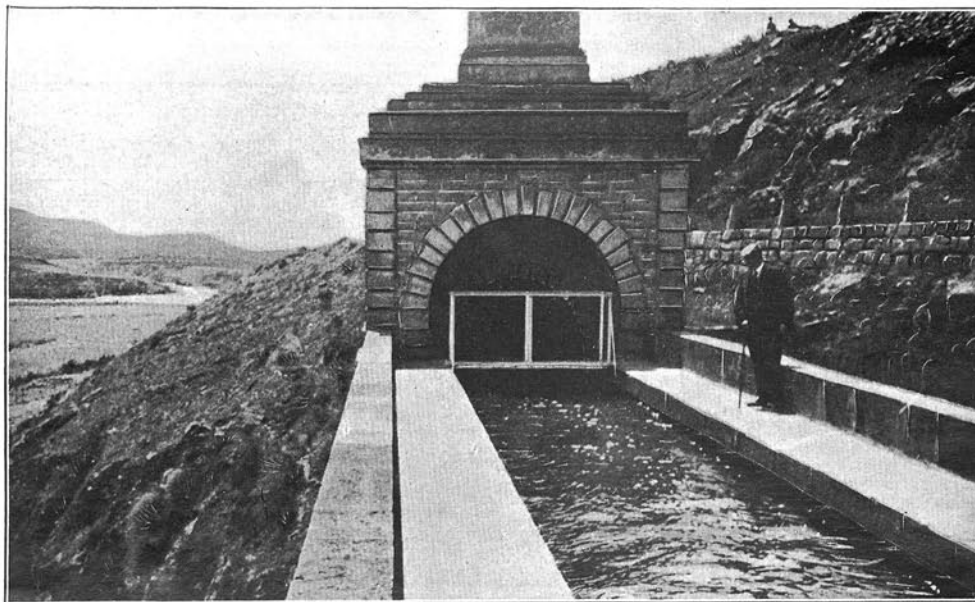
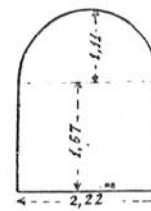


Fig. 5.—Entrada del agua en el Canal cubierto.

Kilómetro 70.

Pendiente. . 0,0002
Ancho. . . . 2,22
Alto 2,78



ron tres secciones, siendo la mayor la del acueducto general.

Las otras dos secciones adoptadas, una para el acueducto en túnel y otra para el acueducto que va sobre las obras de fábrica, son menores, pero tienen mayor pendiente, con el fin de que las tres den igual gasto, permitiendo antes de ponerse en carga el paso de 4.000 litros por segundo.

El caudal de agua que puede conducir el acueducto, da idea de las excepcionales condiciones de los ilustres ingenieros que realizaron los trabajos. Madrid contaba en aquella época con 200.000 habitantes; veintiocho años después, el año 1879, se promulgó la Ley de aguas, y en ella se con-

A partir del Pontón de la Oliva, el trazado se desarrolla en la forma que se indica en el plano, donde va señalado con traza doble azul continúa el acueducto construido á cielo abierto, sobre obras de fábrica ó sifones, con traza de puntos la parte de acueducto en mina, y se ve además en el plano el camino de servicio que sigue todo el curso del Canal y que está señalado con línea de carmín.

La longitud total del trazado á partir del Pontón de la Oliva, es de 70 kilómetros y de ellos 11.741 metros en mina ó túnel distribuido en 36 túneles, siendo el mayor de 1.485 metros, y el menor de 65.

Para el acueducto se adopta-

signa y considera suficiente el caudal de 50 litros por día y habitante para el abastecimiento de poblaciones; por lo tanto, es indudable, que en la época en que se dió comienzo á las obras se consideraría suficiente un caudal menor; pero aun admitido el de 50 litros por día y habitante, como Madrid tenía una población de 200.000 habitantes, el caudal necesario hubiera sido de 115 litros por segundo. A pesar de esto, los ingenieros que se ocuparon

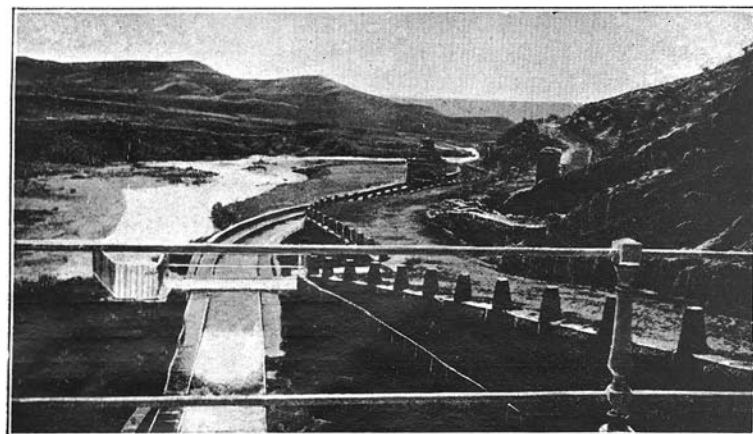


Fig. 7.—Primer tramo del Canal.

Kilómetro 50.

de resolver este magno problema, adoptaron para el Canal dimensiones que permiten el paso por él hasta 4.000 litros por segundo.

Gracias á esta previsión verdaderamente excepcional, Madrid deriva hoy del río Lozoya un caudal de dos mil litros por segundo para su consumo, que teniendo en cuenta que el número de sus habitantes es de 600.000, corresponde á 287 litros por día y habitante.

El terreno que recorre el trazado es muy accidentado y esto ha exigido la construcción de un número extraordinario de muros y puentes acueductos, algunos muy importantes, cuya situación hemos procurado indicar en el plano, y reproducir los más notables en la colección de grabados que acompañan á estas líneas, y esto mejor que una descripción de ellos, dará idea de la magnitud de la empresa llevada á cabo.

RELACIÓN DE LOS ACUEDUCTOS Y PUENTES SIFONES

Kilómetros. — Núms.	NOMBRES	Longitud. — Metros.	Altura máxima. — Metros.	Número de arcos.	Luz de los arcos. — Metros.	Figuras. — Número.
67	Las Cuevas	35,00	25,00	2	14,44	8
55	Malacuera (Sifón)....	22,00	5,00	5	3,00	9
54	Aldehuela	43,60	10,20	5	7,00	10
52	Espartal	56,41	9,50	9	3 de 7 y 6 de 3,33	11
47	Morenillo (Sifón)	52,00	10,00	4	10,00	12 y 13
47	Bajada al Morenillo..	22,00	11,50	4	4,20	12 y 14
46	Regachuelo	30,00	13,00	4	6,00	15
38	Guadalix (Sifón)....	40,00	8,40	5	6,00	16
36	La Retuerta	100,00	28,20	1 cuerpo bajo 8 " alto	2,50 3,50	17
34	La Sima	67,00	26,00	1 " bajo 7 " alto	17,00 7,40	18
34	Valcaliente	40,00	16,00	3	9,75	19
32	Colmenarejo	119,00	19,00	15	7 de 7,8 y 8 de 4,46	20
31	Cabeza cana	61,00	16,50	6	8,00	21
30	Mojapan	32,50	18,00	3	8,00	22
29	Parrilla	57,00	8,00	6	8,00	23
23	Bodonal (Sifón)					24
21	Va dealeas	122,00	17,20	15	7 de 7,50 y 8 de 5,20	25 y 26
13	Valle-grande	47,30	10,00	7	5,30	27
10	Sotillo	72,40	6,00	13	5 de 6 y 8 de 2,78	28
7	Claudieta	17,50	7,30	3	4,25	29
6	Valdeperales	21,20	11,00	3	5,00	30
5	Los Pinos	33,00	9,80	5	5,00	31
4	Traviesas....	19,50	9,80	3	4,50	32
4	Valdeacederas.....	30,60	9,00	5	4,50	33
3	Barrancos.....	45,70	9,00	4	9,00	34
2	Obispo.....	66,00	5,80	7	2,08	35 y 36
1	Amaniel.....	124 00	10,50	17	7 de 8 y 10 de 4	37

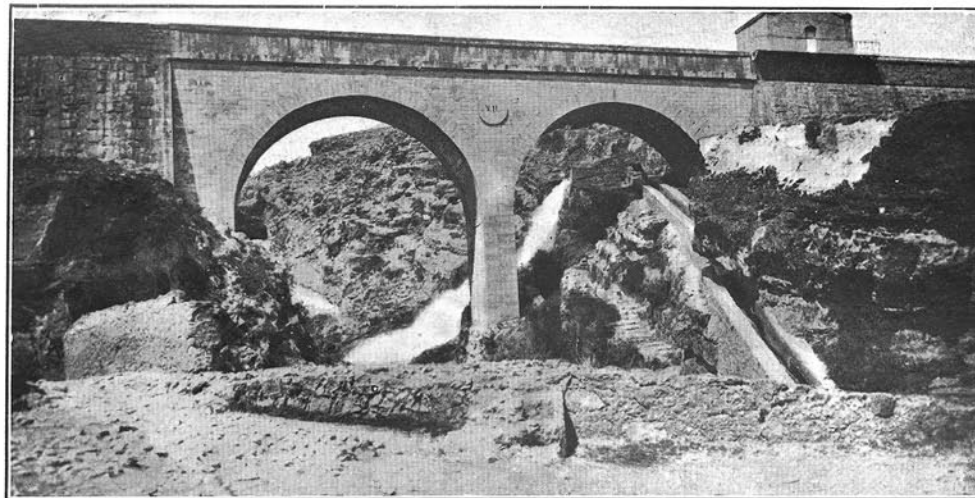


Fig. 8.—Puente acueducto de las Cuevas.

Kilómetro 67.

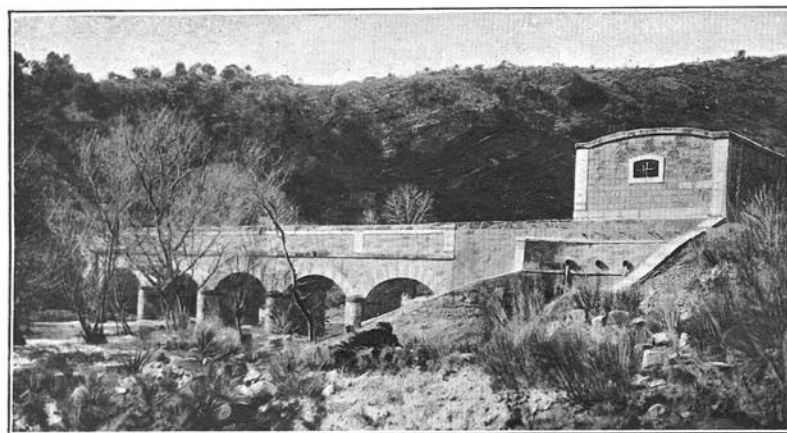


Fig. 9.—Sifón de Malacuera.

Kilómetro 55.

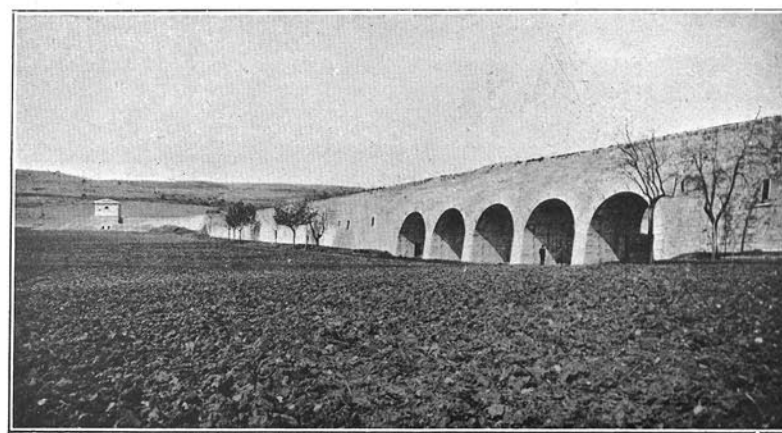


Fig. 10.—Puente acueducto de Aldehuela.

Kilómetro 54.



Fig. 11.—Puente acueducto del Espartal.

Kilómetro 52.

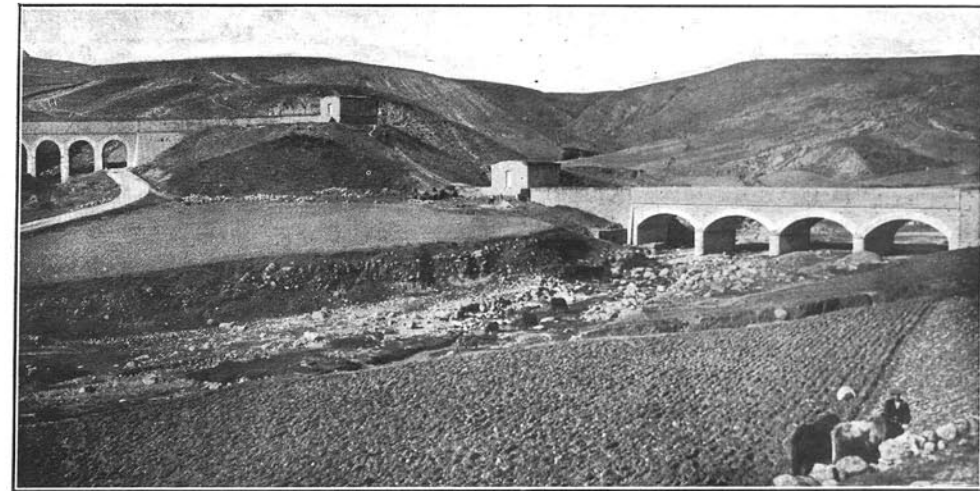


Fig. 12.—Bajada y sifón del Morenillo.

Kilómetro 47.



Fig. 13.—Sifón del Morenillo.

Kilómetro 47.

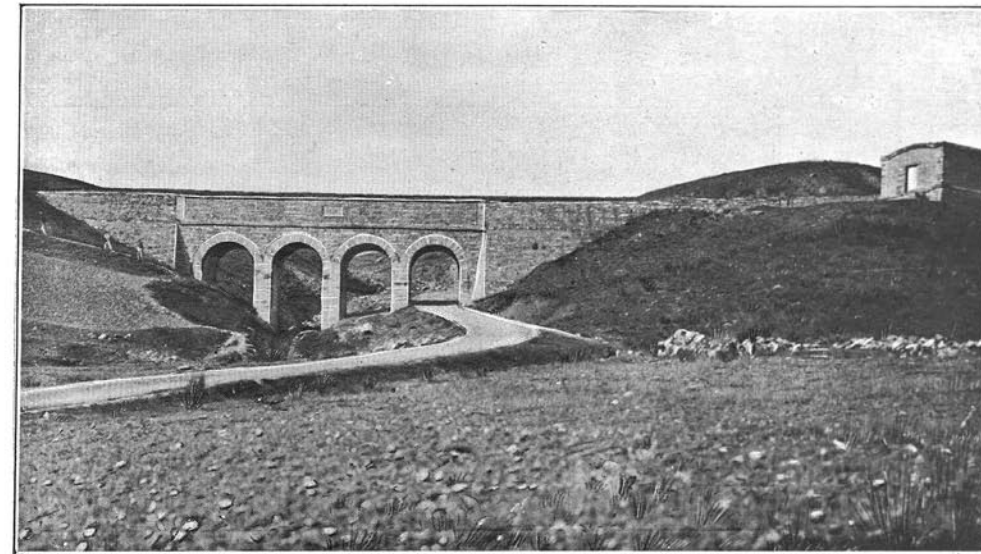


Fig. 14.—Puente acueducto.—Bajada al Morenillo.

Kilómetro 47.

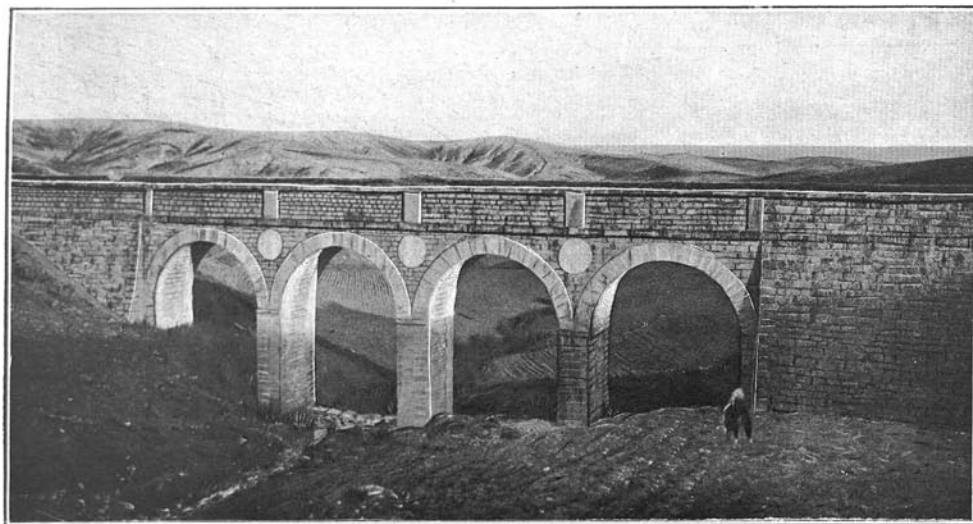


Fig. 15.—Puente acueducto del Regachuelo.

Kilómetro 46.



Fig. 16.—Sifón del Guadalix. —Desagüe de fondo.

Kilómetro 38.

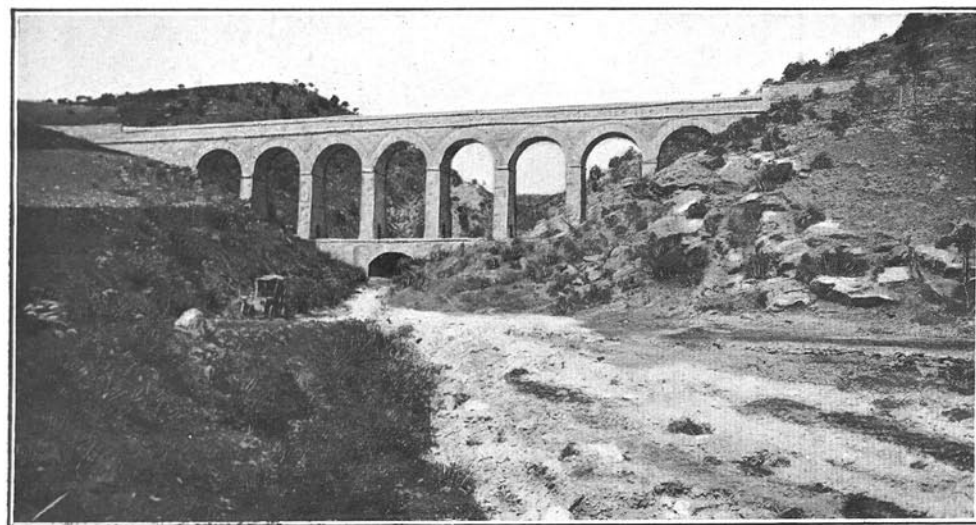


Fig. 17.—Puente acueducto de la Retuerta.

Kilómetro 36.

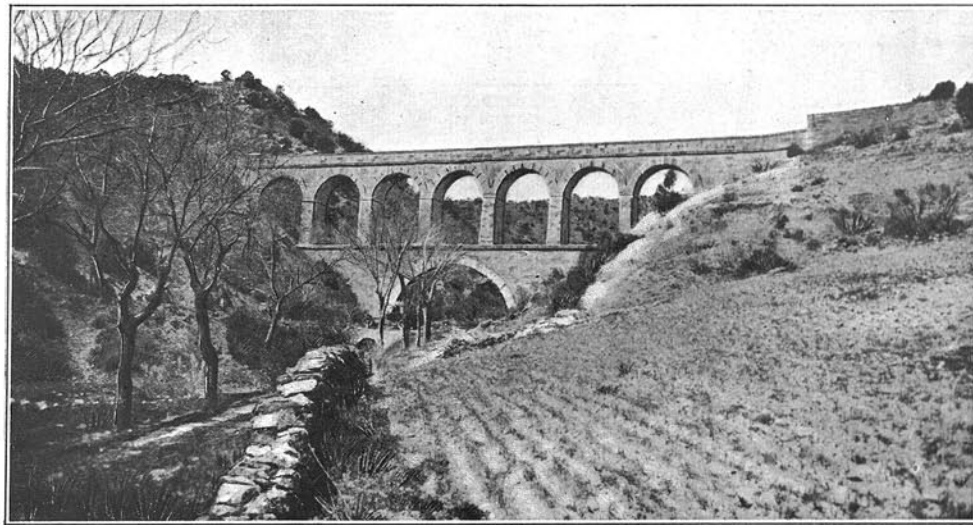


Fig. 18.—Puente acueducto de la Sima.

Kilómetro 34.

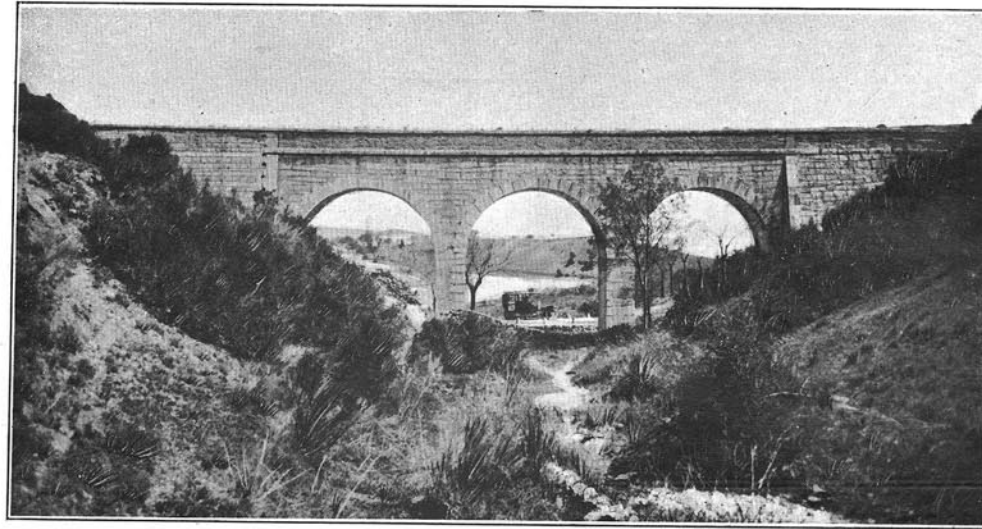


Fig. 19.—Puente acueducto de Valcaliente.

Kilómetro 34.

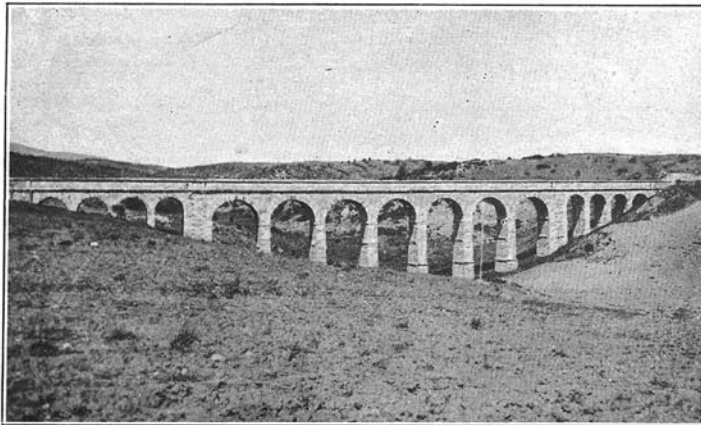


Fig. 20.—Puente acueducto de Colmenarejo.

Kilómetro 32.

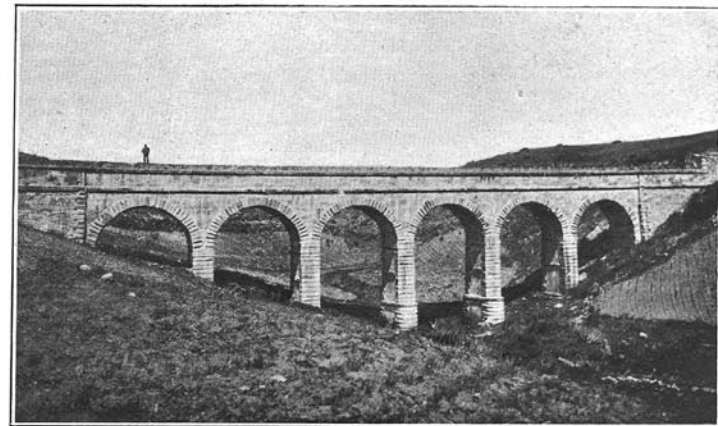


Fig. 21.—Puente acueducto de Cabeza Cana,

Kilómetro 31.



Fig. 22.—Puente acueducto de Mojanán.

Kilómetro 30

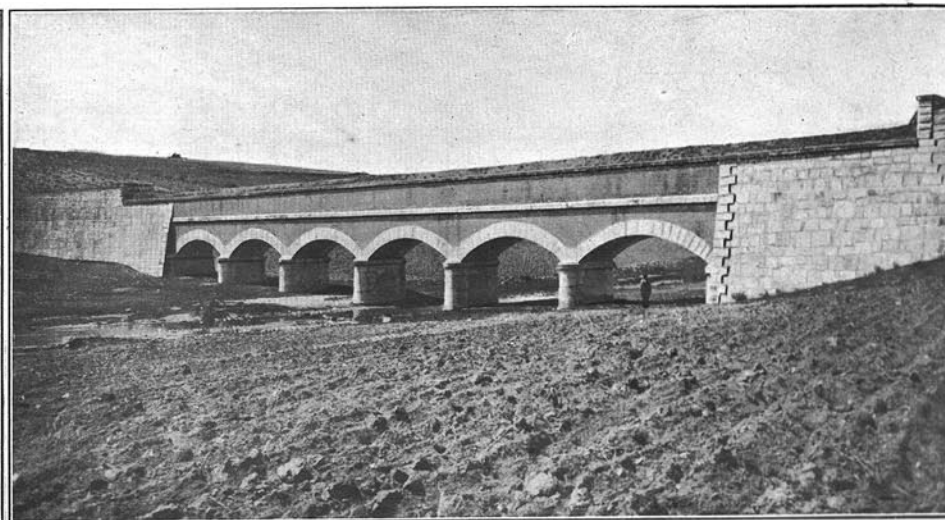


Fig. 23.—Puente acueducto de la Parrilla

Kilómetro 29.



Fig. 24.—Desagüe de la cámara de entrada de aguas al sifón del Bodonal.

Kilómetro 23.

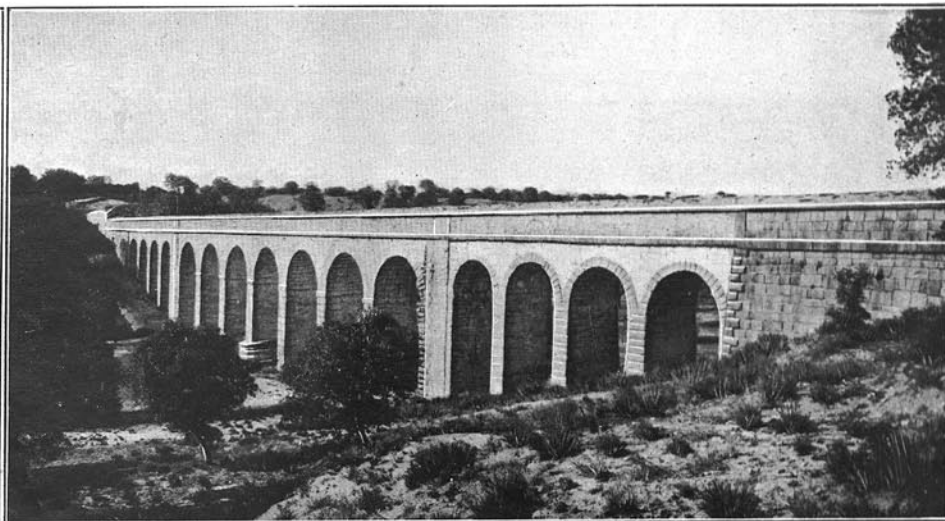


Fig. 25.—Puente acueducto de Valdealcas.

Kilómetro 21.

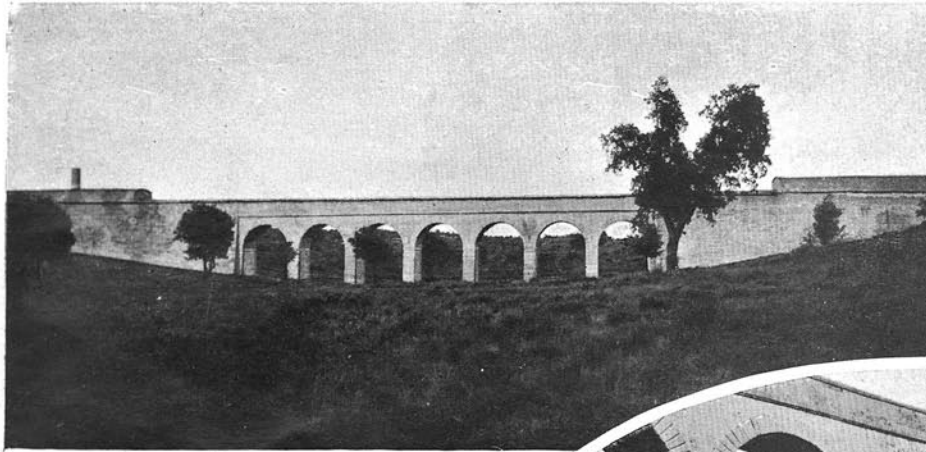


Fig. 27.—Puente acueducto de Valle grande.
Kilómetro 13.

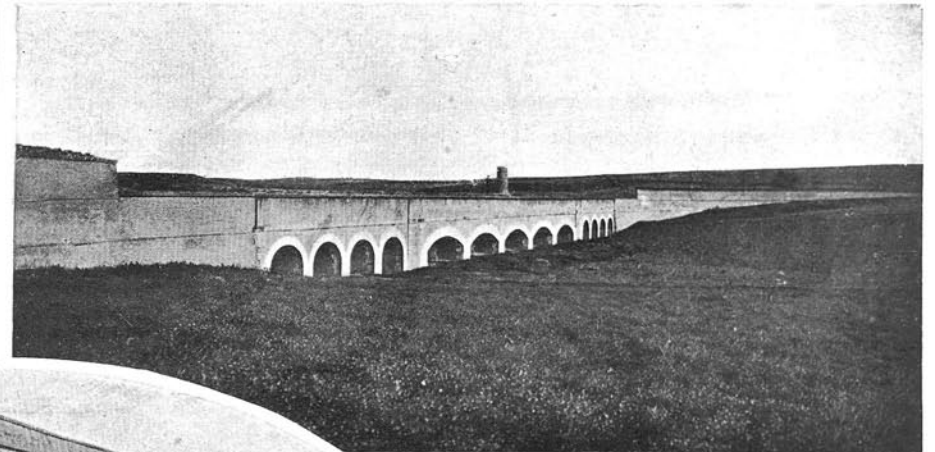


Fig. 28.—Puente acueducto del Sotillo.
Kilómetro 10.



Fig. 26.—Puente acueducto de Valdealeas.
Kilómetro 21

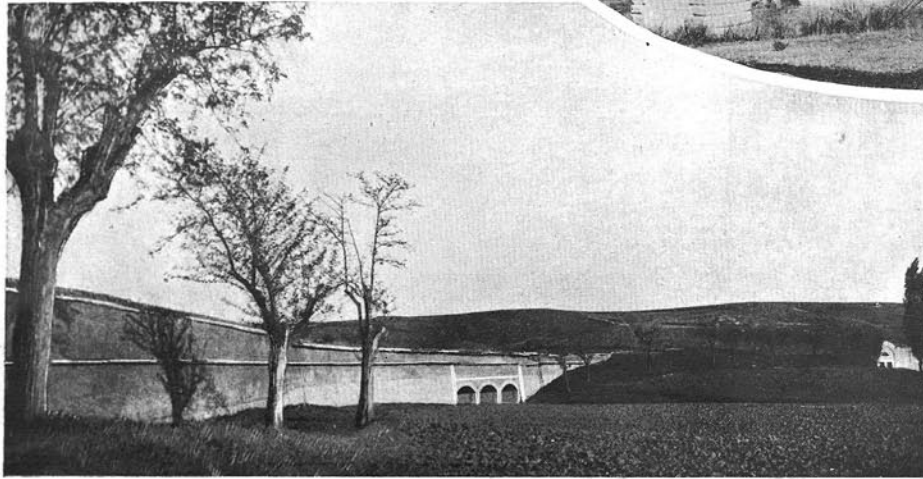


Fig. 29.—Puente acueducto de Claudieta.
Kilómetro 7.

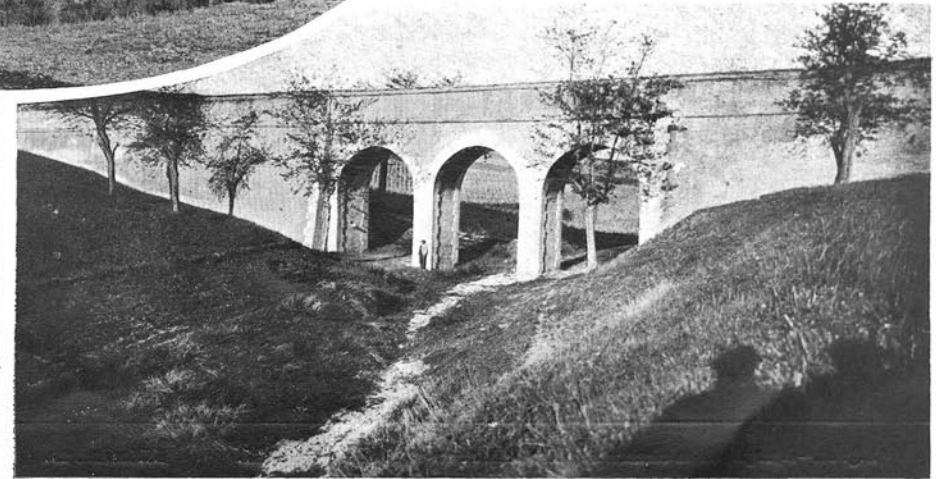


Fig. 30.—Puente acueducto de Valdeperales.
Kilómetro 7.

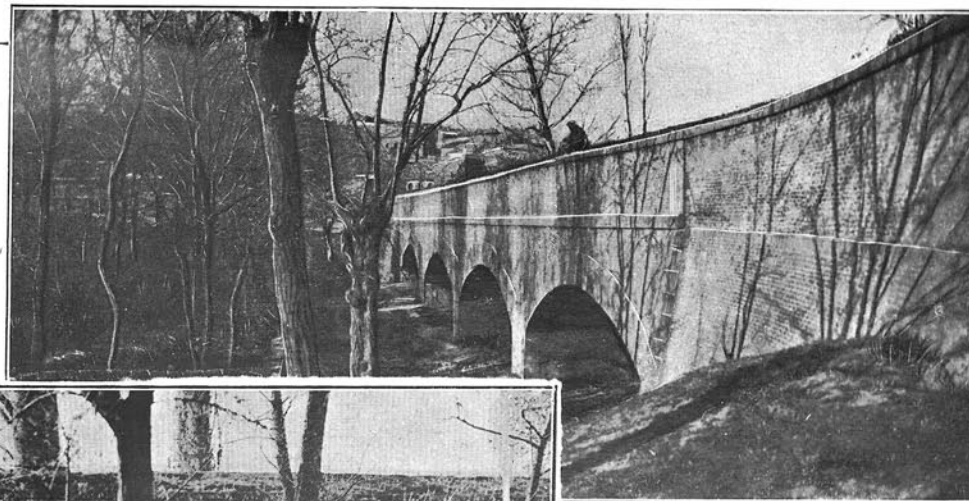


Fig. 31.—Puente acueducto de los
Pinos.
Kilómetro 5.



Fig. 32.—Puente acueducto de la Travesía.
Kilómetro 4.

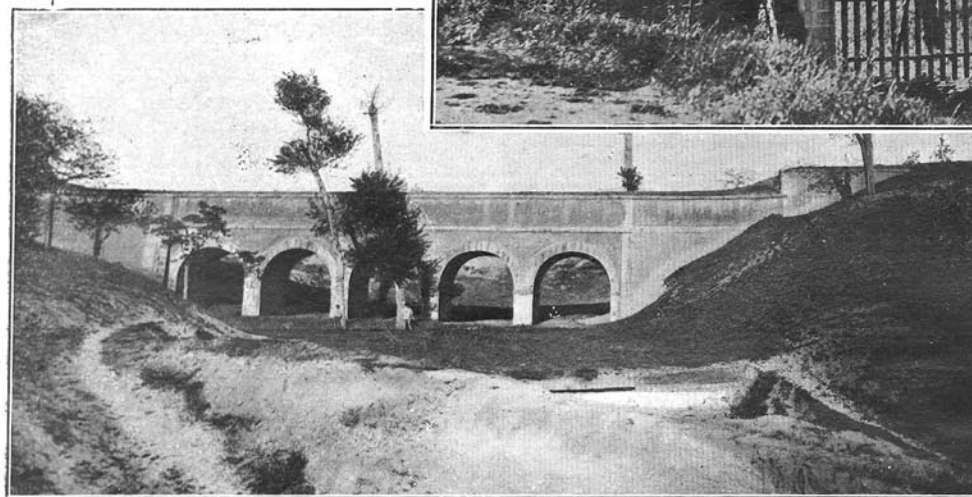


Fig. 33.—Puente acueducto de Valdeacederas.

Kilómetro 4.



Fig. 35. -- Puente acueducto del Obispo.

Kilómetro 2.

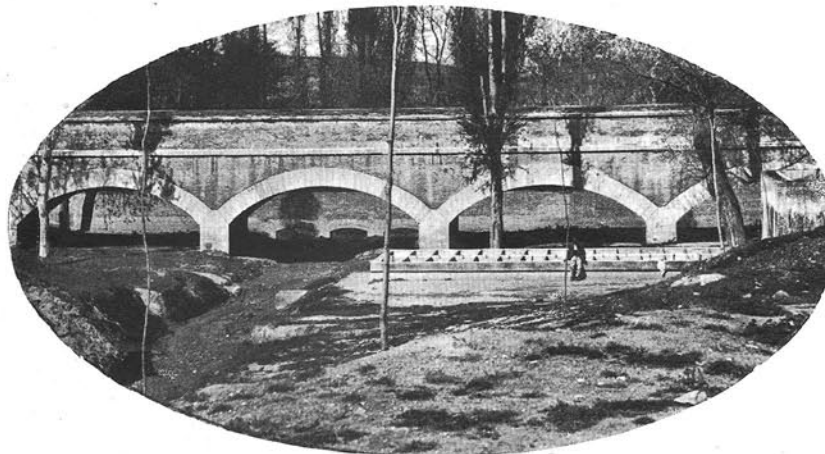


Fig. 34. -- Puente acueducto de los Barrancos.

Kilómetro 3.

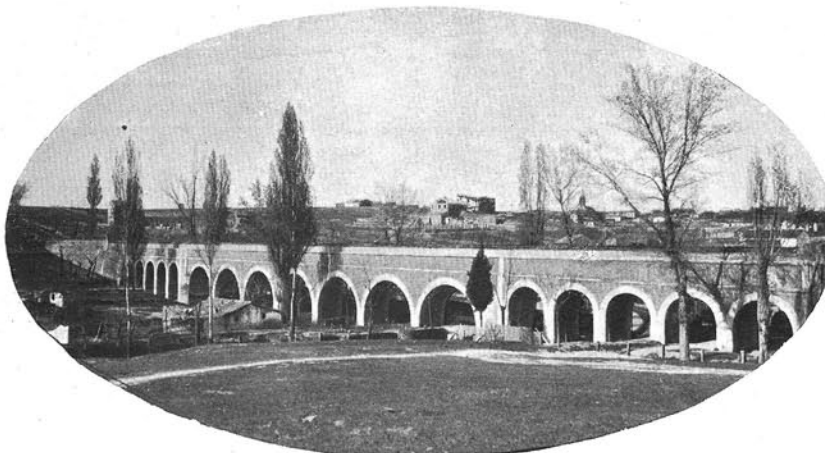


Fig. 37. -- Puente acueducto de Amaniël.

Kilómetro 1.

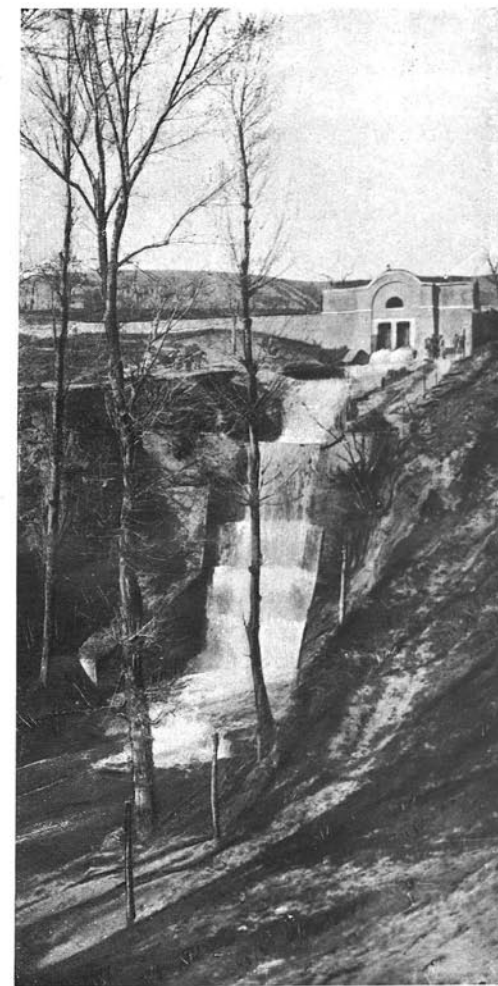


Fig. 36. -- Almenara del Obispo.

Kilómetro 2.

SIFONES

Los cuatro sifones que hay en el trazado de la conducción, constituyen obras de verdadera importancia si se tiene en cuenta que el material de tubería procedía de Inglaterra y que los medios de transporte en España eran deficientes en aquella época.

Para los cuatro se adoptó la misma disposición: están constituidos por cuatro filas de tubos de 900 milímetros de

diámetro interior cada uno, que dan un gasto que excede de 3.000 litros por segundo. Los grabados números 38 y 39, reproducidos de fotografías hechas en la época de la construcción, dan idea de la disposición adoptada, y los números 16 y 41 hechos ahora, indican la disposición del desagüe de fondo.

Al final del Canal, ó mejor

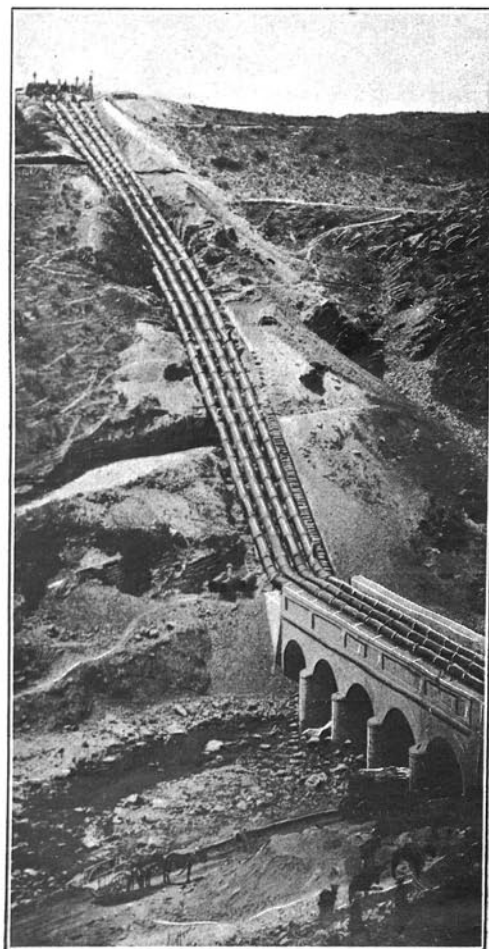


Fig. 38.—Sifón de Guadalix.

Kilómetro 38.



Fig. 40.—El Partidor.

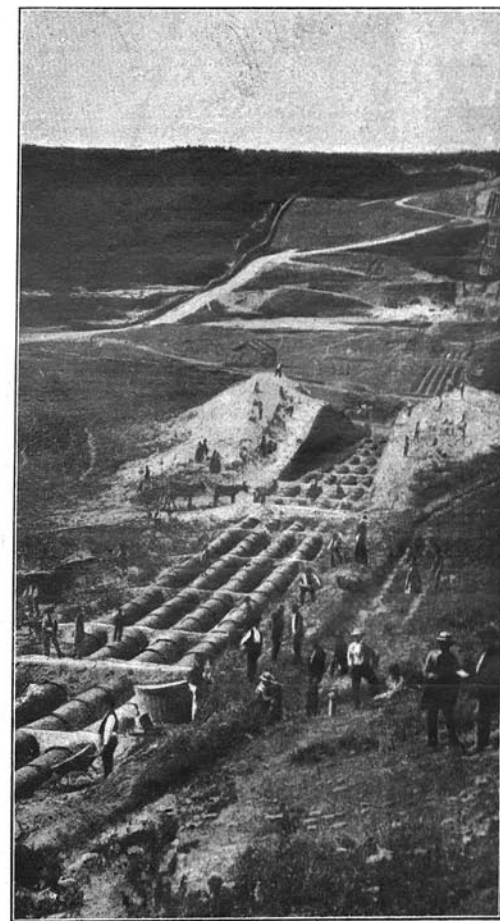


Fig. 39.—Sifón del Bodonal.

Kilómetro 23

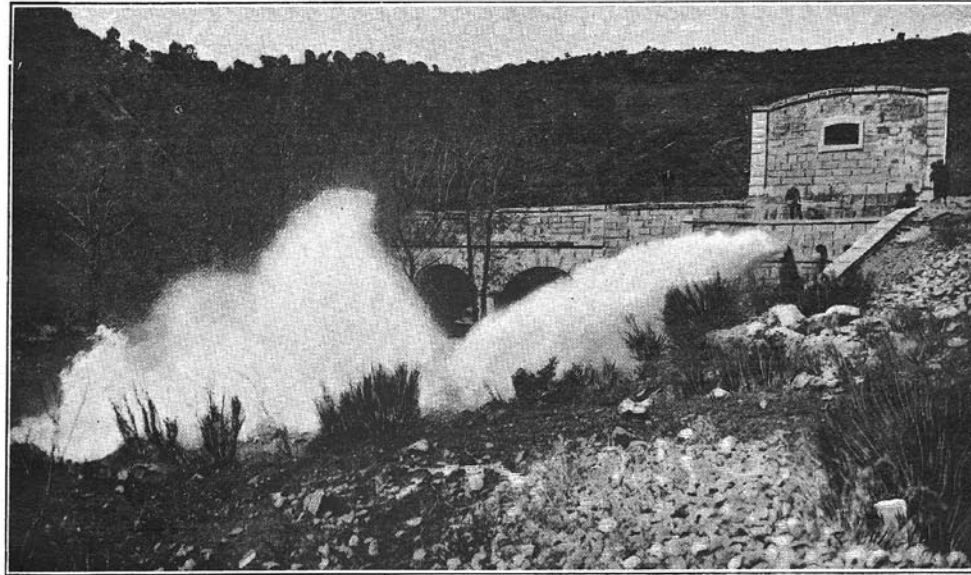
dicho, al principio, teniendo en cuenta la kilometración adoptada en el plano, se construyó la obra llamada Partidor, que es donde se distribuyen las aguas que vienen por el Canal, (grabado número 40).

El caudal mayor se utilizó para el abastecimiento de la población por medio de un acueducto, que se llama de Villa y que conducía las aguas al depósito número 1, de una capacidad de 56.000 metros cúbicos.

Arrancan además del Partidor tres acequias, del Norte, del Sur y del Este, que se construyeron con objeto de utilizar en riegos las aguas sobrantes.

Esta disposición se ve en el plano.

Del primer depósito de distribución arrancaban las arterias principales de alimentación, que tienen un diámetro interior de 850 á 450 milímetros y que van alojadas en galerías cuyas secciones se ven en las figuras números 42 y 43.



Kilómetro 38

Fig. 41. --- Sifón del Guadalix. Desagüe de fondo.

Estas arterias son las que van señaladas en el plano con trazo continuo.

Las aguas llegaron á Madrid por primera vez al depósito número 1 el 24 de Junio de 1858, verificándose la inauguración en presencia de SS. MM. la Reina Doña Isabel y el Rey Don Francisco.

Segundo período de obras.

Una gran contrariedad vino á amargar el éxito obtenido.

Debido á estar situada la presa del Pontón de la Oliva, como hemos indicado anteriormente, en

terreno cretáceo; una vez lleno el embalse para derivar las aguas por el Canal, empezaron á presentarse filtraciones á través del vaso del embalse, que fueron aumentando progresivamente, en términos que en el estiaje, el caudal que se perdía por las filtraciones era superior al que conducía el río, haciendo este hecho imposible el abastecimiento en todas las épocas en

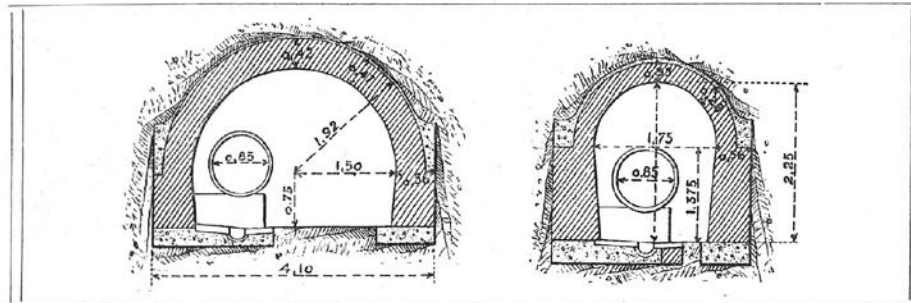


Fig. 42.

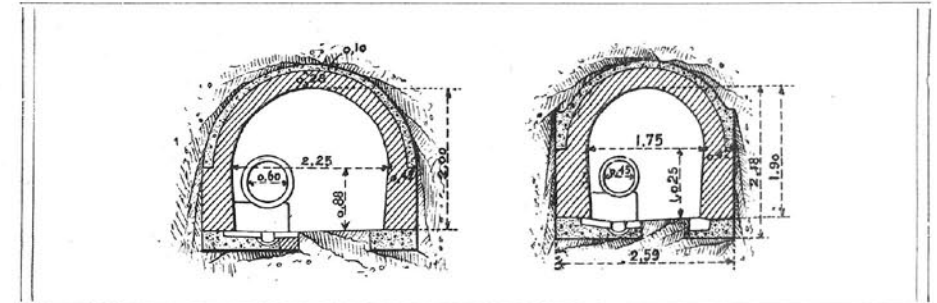


Fig. 43.

las que el caudal del río fuera menor al caudal que se perdía por las filtraciones. Para evitar éstas, se llevaron á efecto trabajos de extraordinaria importancia, sin que, por desgracia, dieran resultado práctico; entonces se

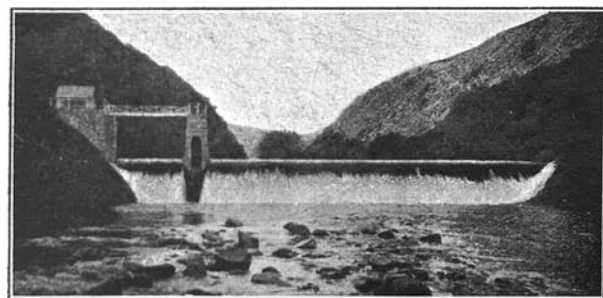


Fig. 44.—Presa de la Parra.

Kilómetro 38

trató de subsanar el mal, prolongando el canal de conducción por la misma margen del río en seis kilómetros, hasta Navalejos, es decir, por encima de la cola del embalse y que luego se prolongó hasta la Parra, construyendo en dichos puntos una sencilla presa de toma de

aguas, (grabados números 44 y 45) con objeto de poder derivar por ella y sin temor á filtraciones, el caudal del río, haciendo el empalme con el canal primitivo debajo de la pasarela establecida por encima del primer tramo del Canal, como se ve en los grabados números 4 y 7.

Siendo insuficiente, especialmente en el estiaje, el caudal de agua que conducía el río Lozoya, como solución provisional se construyó un pequeño canal de derivación de más de tres kilómetros de longitud, con una presa de toma de aguas, en el río Guadalix.

Su unión con el canal general se hace en el kilómetro 38 por encima del sifón, como puede verse en el plano, y por este medio se procuró aten-



Fig. 45.—Presa de Navalejos.

Kilómetro 77

der á las necesidades más apremiantes del servicio de abastecimiento.

Desde luego, se comprende que esta solución no resolvía el problema, puesto que las aguas que conducían los dos ríos, el Lozoya y el Guadalix,

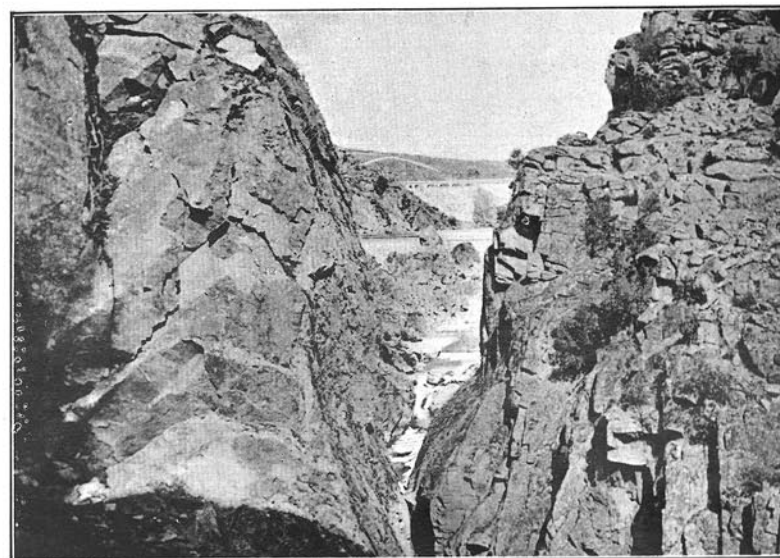


Fig. 46.—Estrechamiento ó garganta del Villar.

Kilómetro 76'.

en el estiaje, eran insuficientes para atender al consumo, cada vez mayor en la población; hubo que pensar, por consiguiente, en almacenar el agua de Lozoya por medio de un nuevo embalse, en cantidad suficiente para atender á las necesidades del abastecimiento en estiaje.

Presa del Villar.—El estudio de esta obra fué encomendado á los Ingenieros de Caminos D. José Morer y D. Elcario Boix.

Reconocido el curso del río agua arriba del Pontón de la Oliva, eligieron para la construcción de la presa, el punto llamado Puente del Villar, situado en una formación de gneiss metamórfico, donde existe un estrechamiento ó garganta de condiciones admirables para el objeto, como puede verse en el grabado número 46, con la ventaja inmensa de que el río aguas arriba de este punto tiene poca pendiente, y que el vaso, además de ser impermeable,



Fig. 47.—Embalse del Villar.

Kilómetro 76'.



Fig. 48.—Presa del Villar. Paramento de agua abajo.

Kilómetro 76'.

está limitado en sus márgenes por rocas graníticas, que le dan condiciones excepcionales para la conservación de las aguas en el embalse.

Escogido el punto, á 21 kilómetros aguas arriba de la Presa de la Parra, redactaron el correspondiente proyecto, que fué aprobado el 3 de Julio de 1869.

La forma y dimensiones de esta presa constituyen una obra de rara belleza y de excepcional estabilidad.

Aunque proyectada en el año 1869, su forma es la que hoy se considera como la más adecuada para grandes presas de embalse, de manera que se puede afirmar, con justicia, que los Ingenieros señores Morer y Boix, se adelantaron más de cuarenta años á las conclusiones de las eminencias actuales, en construcciones hidráulicas.

Los grabados números 47, 48, 49 y 51 dan á conocer mejor que la descripción que pudiéramos hacer, su forma y disposición.

La presa, que tiene 45,55 metros de altura sobre la solera de la galería de desagüe de la toma central, tiene establecido el aliviadero de superficie á 42,60 metros, vertiendo por la margen derecha, y no por la parte superior de la presa, como sucede en la de Pontón de la Oliva. Su forma en planta y sección es la siguiente: (figura 50).

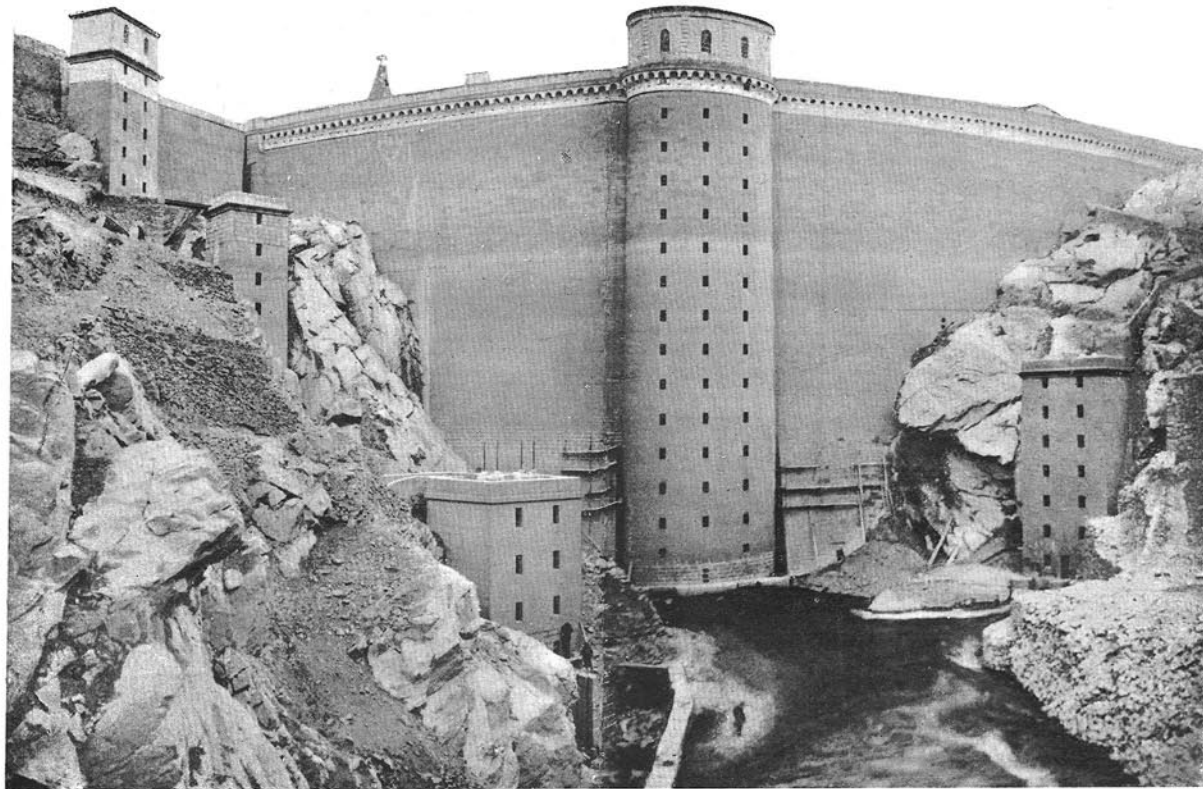


Fig. 49.—Presa del Villar. Paramento de agua arriba.

Kilómetro 76'.

Existen dos tomas de agua en la margen izquierda, una á 28,55 y otra á 15,40 metros, y dos desagües de fondo, uno en cada margen. Estas cuatro obras están construidas en mina, en la roca de ambas márgenes del río, y la disposición de las torres, donde están situadas las compuertas, se ven en el grabado número 49.

Tiene, además, un desagüe de fondo en la base de la presa, en el macizo de la misma, estando alojadas las compuertas en una torre central, que está además provista de una escalera que baja hasta el fondo.

Lleno el embalse, las aguas sobrantes se vierten por el aliviadero de superficie, abierto en roca en la margen derecha del río, á 42,60 metros sobre la solera de la galería de desagüe.

Sobre el aliviadero de superficie existe un puente de ocho arcos rebajados de 6,30 metros de luz cada uno, que dan un desagüe total de 50,40 metros de longitud, puente que establece la comunicación en todo tiempo entre ambas márgenes (grabado número 47.)

Segundo depósito. — Aumentado el caudal de aguas disponible, y dado el aumento progresivo en el consumo de Madrid, se vió que la capacidad del primer depósito regulador que almacena 56.000 metros cúbicos, era insuficiente, y fué preciso pensar en construir otro, que fué proyectado y ejecu-

tado por D. José Morer, siendo la capacidad de este segundo depósito de 183.245 metros cúbicos, habiéndose puesto en servicio el compartimiento Norte el año 1876 y el compartimiento Sur el año 1879.

El acueducto de Villa que arranca del Partidor, se prolongó hasta este segundo depósito.

El grabado número 52, reproducción de una fotografía hecha en la época de la construcción, da idea del sistema adoptado, que consiste en una serie de arcadas cubiertas luego con bóvedas de ladrillo.

Tercer depósito.— La terminación de la presa del Villar regularizando el régimen del río, normalizó el servicio de abastecimiento de aguas, pero estando esta presa á 22 kilómetros agua arriba de la toma de aguas establecida en Navalejos, era preciso verter estas del embalse al río, en cuyo lecho habría de recorrer esos 22 kilómetros enturbiándose.

Para evitar en cuanto fuera posible el efecto de estas turbias y el peligro de una interrupción en la zona comprendida entre los kilómetros 50 y 70, llamada peligrosa, por Real orden de Octubre de 1877 se mandó estudiar un nuevo depósito, con capacidad

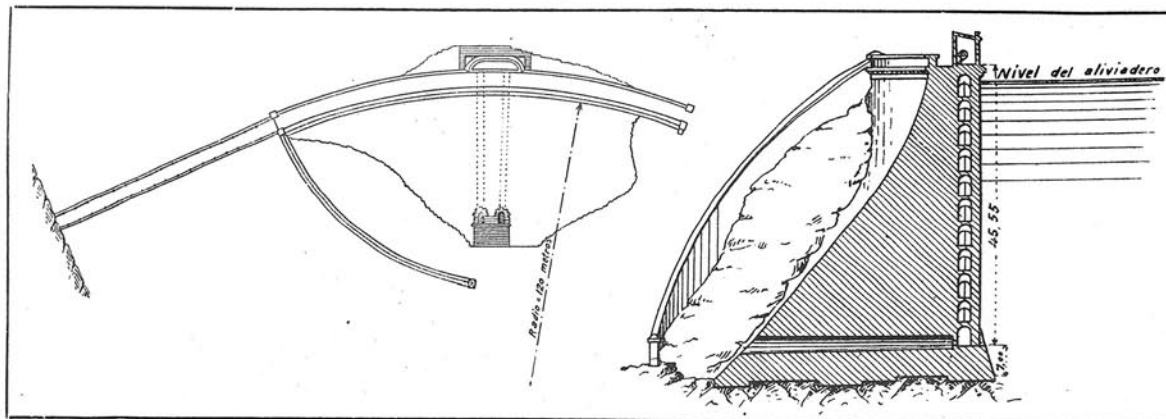


Fig. 50.

El 26 de Septiembre de 1893 se adjudicaron las obras de excavación general del vaso á D. Bruno Fernández Ayan.

El 16 de Abril de 1895 presentó el Ingeniero D. Diego Martínez Montalvo el proyecto que comprendía las modificaciones ordenadas, pero fué devuelto para que se reformase con arreglo á la propuesta hecha por la Junta Consultiva; esta propuesta comprendía dos extremos distintos: el primero se refería á modificaciones en el proyecto, sin alterar el sistema de cubierta de fábrica propuesta, y el segundo á la modificación de la cubierta, empleando el hierro en ella, y si se juzgase conveniente, también en los apoyos.

En 5 de Febrero de 1896, se ordenó que en el estudio del proyecto se tuviera en cuenta la acometida de las redes de distribución para que los depósitos eleva-

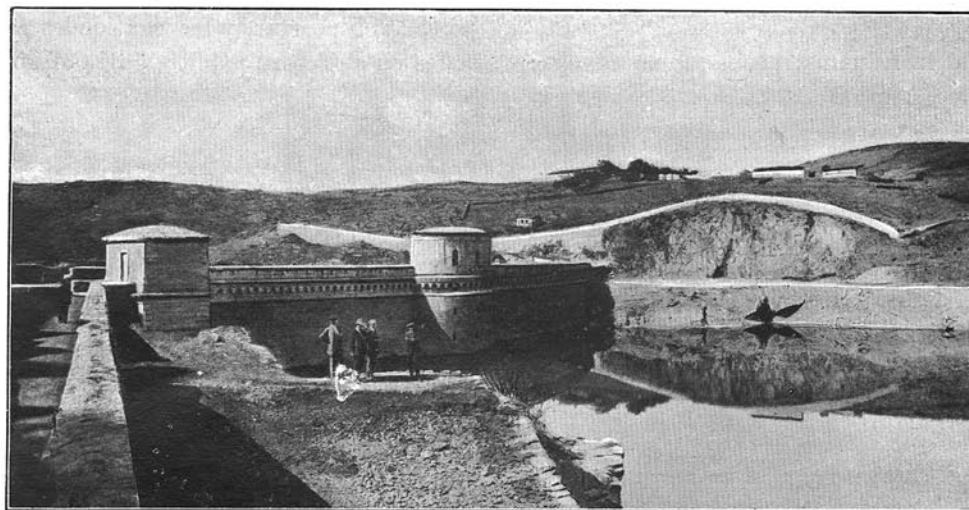


Fig. 51.— Paramento de agua arriba de la Presa del Villar. Kilómetro 76'.

dos pudieran tomar directamente el agua en el tercer depósito.

En 1.º de Marzo de 1898, redactó el Ingeniero D. José Nicolau un nuevo proyecto del tercer depósito, presentando tres soluciones, dos con cubierta de fábrica y otro mixto de fábrica y hierro, que fué el que se aprobó en 20 de Agosto del mismo año.

En 22 de Septiembre de 1898 fué aprobada por Real Decreto la liquidación de las obras de excavación del vaso ejecutadas por el Contratista D. Bruno Fernández Ayan.

En 13 de Diciembre de 1898 se adjudicó en pública subasta á D. Domingo Taberner la ejecución del proyecto aprobado con cubierta mixta de fábrica y hierro.

El 5 de Octubre de 1900 se comenzaron los trabajos de consolidación del subsuelo.

En 10 de Diciembre de 1901 acordó la Administración que no se ejecu-

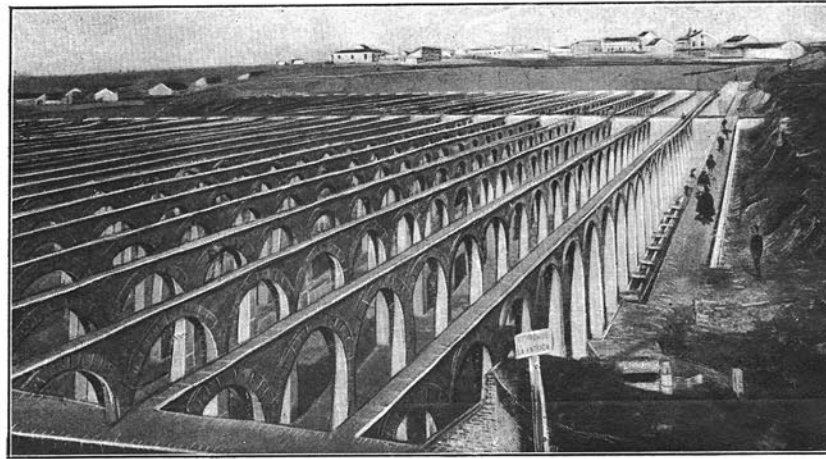


Fig. 52. — Interior del Depósito núm. 2

tara el proyecto de cubierta mixta de fábrica y hierro del Sr. Nicolau, subastada á D. Domingo Taberner, por adoptarse un nuevo sistema de cubierta que no había de ejecutarse por la contrata vigente. Fundado en este acuerdo el Contratista solicitó la rescisión, que obtuvo en 1.º de Mayo de 1902.

En 6 de Noviembre de 1903, se aprobó y adjudicó el proyecto de pilares y cubiertas de hormigón armado cuyas obras quedaron suspendidas con motivo del desgraciado accidente que tuvo lugar el 6 de Abril del año 1905.

Esta era la situación del Canal de Isabel II, descrita á grandes rasgos, hasta la nueva organización dada, con motivo de la Ley de 8 de Febrero de 1907.

El capital total invertido hasta el 15 de Febrero de 1907, se elevaba á 83.452.255 pesetas, y las cantidades recaudadas por venta de agua é ingresadas en el Tesoro público, á 31.692.906 pesetas.

SEGUNDA PARTE

Tercer período de obras.



A organización dada al Canal de Isabel II, en virtud de la Ley de 8 de Febrero de 1907, ha constituido en la vida de aquél, un nuevo período en el que se han realizado y se están realizando obras de verdadera importancia, que procuramos exponer con la posible claridad.

Al hacernos cargo de la Dirección técnica del Canal de Isabel II, en Julio de 1907, planteamos el problema en toda su amplitud, en cada una de las tres secciones en las que están divididos los servicios del Canal, redactando un plan de obras que, sometido á la Superioridad, fué aprobado.

Obras en la primera sección.

Hemos visto que, el caudal medio mínimo del río Lozoya, es de 6.000 litros por segundo en la Presa del Villar, y para desarrollar el plan de obras, partimos de esta base.

En la primera Sección, que comprende los servicios y obras situadas desde el río Lozoya hasta el Partidor, á la entrada de Madrid, las obras más esenciales son: la construcción del Canal transversal, el aprovechamiento del salto de 150 metros, consecuencia de la construcción del Canal transversal, la presa de embalse en Puentes Viejas, el Canal de unión de este embalse con el Canal transversal y las obras de reparación necesarias en el Canal actual, para asegurar una mayor capacidad de conducción.

Ya hemos indicado que la construcción de la presa del Villar, regularizando el régimen del río, había normalizado el servicio de abastecimiento de aguas; pero estando esta presa á 22 kilómetros de la de Navalejos, y 21 de la de la Parra, era preciso verter estas aguas en el río, lo que motivaba las frecuentes turbias que padecía el servicio de distribución y que era causa de las constantes quejas del vecindario.

El procedimiento que se consideró más adecuado para evitar las turbias y el temor de que pudieran ocurrir grandes desperfectos en la zona peligrosa del Canal actual que, diera lugar á interrupciones en el abastecimiento de aguas fué, construir un depósito que almacenara el caudal de aguas que pudiera consumirse en Madrid por espacio de un mes; esto, que en aquella época pudo ser una solución, hoy no hubiera dado el resultado que se deseaba, porque dado el aumento extraordinario que ha sufrido el consumo del agua, la capacidad que se calculaba entonces suficiente para un mes, hoy apenas podría bastar para cuatro días, y dada la clase de turbias que en dicha sección del río se originan, el resultado hubiera sido nulo ó muy deficiente; además, construido el Canal transversal y puesto en explotación, han quedado segregados de la conducción general los 24 kilómetros donde está la llamada zona peligrosa. Hay que tener también en cuenta que al recorrer las aguas que se vertían del Villar, 21 kilómetros por el río, perdían los efectos de autodepuración bacteriológica que experimentan en el embalse y la agradable temperatura que el agua conserva en él.

Construida la Presa del Villar, se imponía la necesidad de hacer partir de este punto la canalización de las aguas, y esta necesidad ha sido reconocida por cuantos han tenido alguna intervención en lo que al Canal de Isabel II se refiere.

Canal transversal.—Dos soluciones podían adoptarse: prolongar el Canal actual desde el Pontón de la Oliva hasta el Villar, en la forma iniciada cuando se construyó la presa de Navalejos y posteriormente la de la Parra, ó cruzar la divisoria de aguas del Lozoya y el Jarama en el Berrueco.

De estas dos soluciones, ha sido aceptada la segunda como la mejor, porque además de resultar más económica, tiene la ventaja de acortar el recorrido del agua hasta Madrid en 21 kilómetros, separa del trazado general una parte del Canal llamada peligrosa, entre los kilómetros 53 y 70, por las condiciones del terreno (calizo, cavernosas y formaciones de yeso), y porque además se aprovecha un desnivel de 150 metros, que utilizados en producir energía eléctrica, hace que cada litro de agua que se conduce á Madrid, desarrolla al pasar por el salto, una fuerza de 1,50 caballos en el eje de las turbinas.

Uno de los puntos más esenciales que precisaba resolver al redactar el proyecto, fué la determinación de la sección que debía darse al canal transversal.

Las obras del canal transversal, propiamente dicho, comprenden dos partes: una el canal de la zona alta, que tiene una longitud de 16.441 metros desde la presa del Villar hasta el origen del salto de agua, y la segunda, el canal de la zona baja, que tiene 5.421 metros, desde el desagüe de las turbinas hasta el empalme con el canal actual, en el punto llamado la Aldehuela.

El canal de la zona alta tiene por función, conducir el caudal de agua que sea necesario para el consumo de Madrid, pero no hay que perder de vista que el caudal que conduzca, ha de actuar sobre los turbo-alternadores que dan origen á la energía eléctrica que ha de ser conducida á Madrid.

Todo el mundo sabe que, el consumo de la energía eléctrica en una población es muy irregular, que existen horas de máximo y mínimo consumo, y por regla general, el consumo máximo, se calcula igual al doble del consumo medio. Teniendo esto en cuenta, es preciso que por el canal de la zona alta discurra en un momento dado, el doble del caudal constante que pueda derivarse del río Lozoya.

El caudal medio mínimo que pueda derivarse del río Lozoya, hemos visto que es de 6.000 litros por segundo, por lo tanto, la sección que debíamos dar al canal transversal, sería la necesaria para conducir 12.000 litros; sin embargo, al calcular la sección hemos partido de la base de que por ahora sólo pueden derivarse 4.000 litros por segundo, y como este canal, hemos dicho que debe conducir en las horas de máximo consumo, el doble del consumo medio, se ha adoptado la sección necesaria para conducir 8.000 litros.

Es indudable que una vez que se llegue á consumir en Madrid la energía desarrollada por los 4.000 litros por segundo que se deriven del Lozoya, se tratará de aumentar la potencia del

aprovechamiento, para consumir el caudal medio de 6.000. Para esto, será suficiente construir al final del canal de la zona elevada, un depósito regulador, de la capacidad necesaria para almacenar en las horas de mínimo consumo, el caudal de agua que consuman las turbinas y que exceda de la cifra de 8.000 que puede llevar este canal; de este modo, se conseguirá el poder llegar á desarrollar toda la energía que puede obtenerse con el total aprovechamiento de las aguas del río Lozoya, y que toda el agua que salga del embalse del Villar, pueda ser aprovechada para el abastecimiento de Madrid.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, al canal de la zona

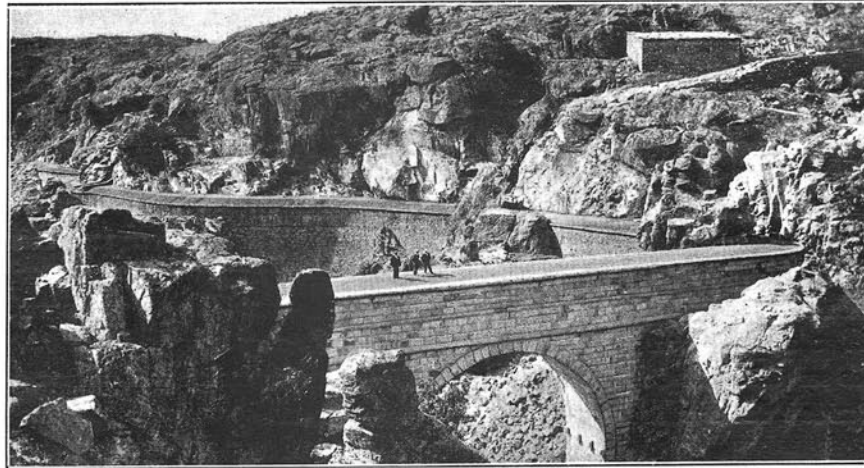


Fig. 53.—Origen del Canal transversal.

Kilómetro 76'.

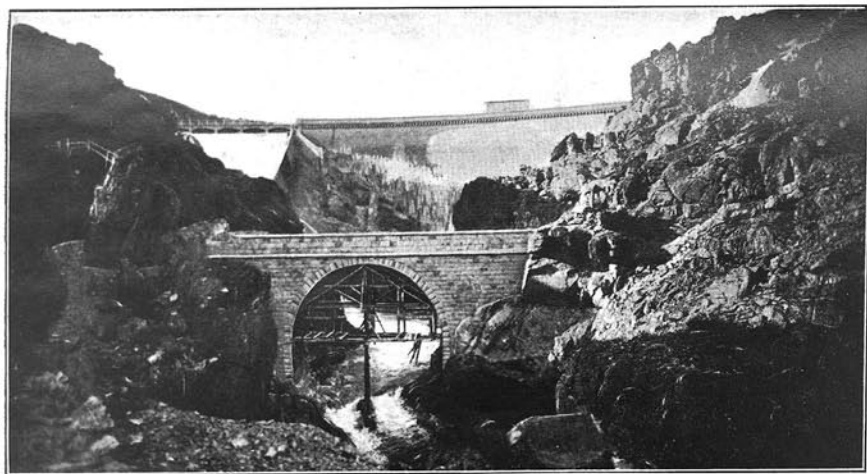


Fig. 54.—Origen del Canal transversal. Puente acueducto sobre el Lozoya.

Kilómetro 76'.

baja, que conduce un caudal constante, se le ha dado la sección necesaria para que pueda conducir 6.000 litros por segundo.

Las obras del canal transversal, dieron comienzo en Agosto de 1908 y quedaron terminadas este año, habiendo dado paso á las aguas del río Lozoya por este nuevo canal, el 26 de Junio último, y normalizado el servicio desde el día 1.º de Octubre.

La unión de este canal con la toma de aguas de la presa del Villar, es obra muy interesante, por lo abrupto del terreno. Hallándose la toma de aguas de la presa del Villar en la margen izquierda del río, y desarrollándose el trazado por la margen derecha, ha sido preciso construir un puente acueducto para cruzar el río, como se ve en los grabados números 53, 54 y 55.

La inspección de estos grabados, da idea de las dificultades que ha habido que vencer para la construcción del canal en esta parte, puesto que ha sido preciso abrirlo en roca granítica dura ó apoyarlo sobre muros, alguno de 16 metros de altura, construyendo, además, cinco túneles de 237 metros de longitud total.

A los 50 kilómetros, á partir del puente acueducto sobre el Lozoya, las laderas son más tendidas y el terreno varía de condiciones, puesto que la roca, aunque granítica en general, está constituida por un granito descompuesto, mucho más fácil de desmontar, habiendo esto facilitado mucho las obras. En el paso del arroyo de la Alameda, kilómetro 73', se ha construido un puente acueducto de cinco arcos de 6 metros de luz; en el cruce del arroyo Recombo, uno de un arco de 6 metros de luz, y en el arroyo el Jóbalo otro de 6 metros de luz, y una alcantarilla en el Berrueco, grabados números 56 al 63.

Todas estas obras, van acompañadas de muros por ambas márgenes, en una extensión, por lo general, relativamente considerable.

El trabajo más difícil de este canal ha sido la construcción de la mina ó túnel llamado del Berrueco, que tiene una longitud de 1.914 metros; el terreno que atraviesa en toda su extensión es un esquisto micáceo duro que, para su arranque, exige el empleo del barreno, pero que al contacto del aire se descompone de tal manera, que es preciso proceder inmediatamente después del arranque, á una sólida entibación y llevar el revestimiento de fábrica á unos 20 metros del frente de perforación.

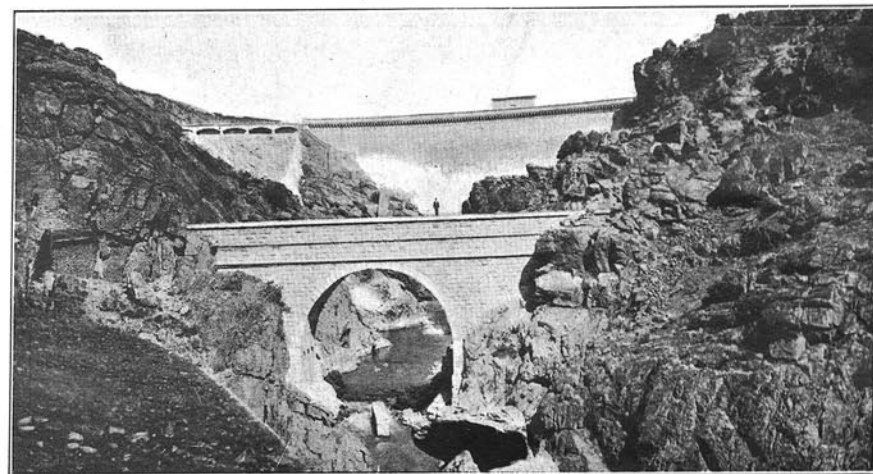


Fig. 55.—Origen del Canal transversal. Puente acueducto sobre el Lozoya.

Kilómetro 76'.

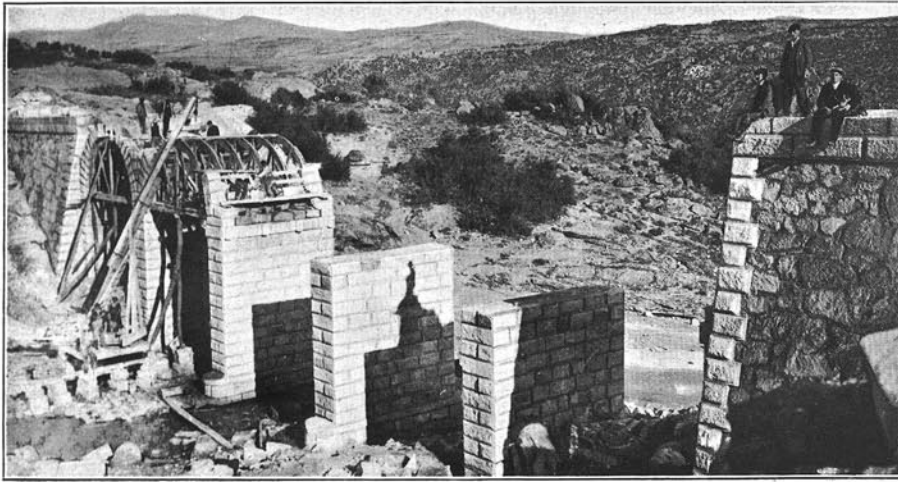


Fig. 56. — Puente acueducto de la Alameda.

Kilómetro 73'.

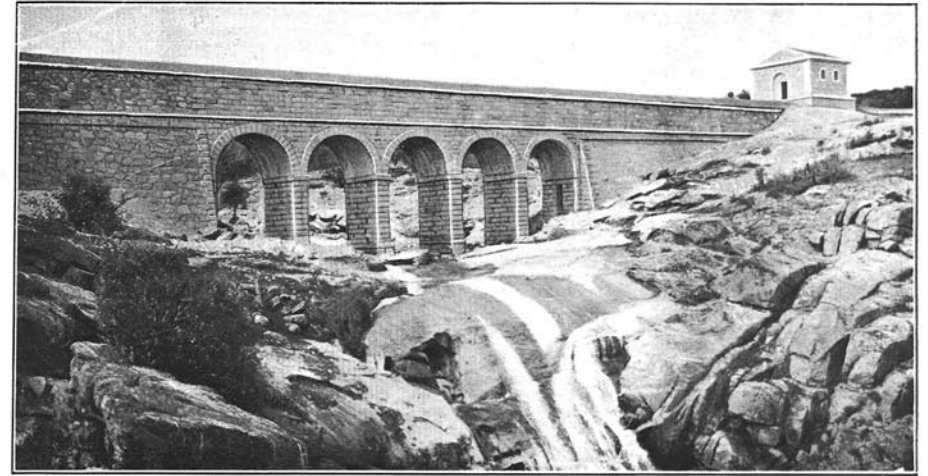


Fig. 57. — Puente acueducto de la Alameda.

Kilómetro 73'.

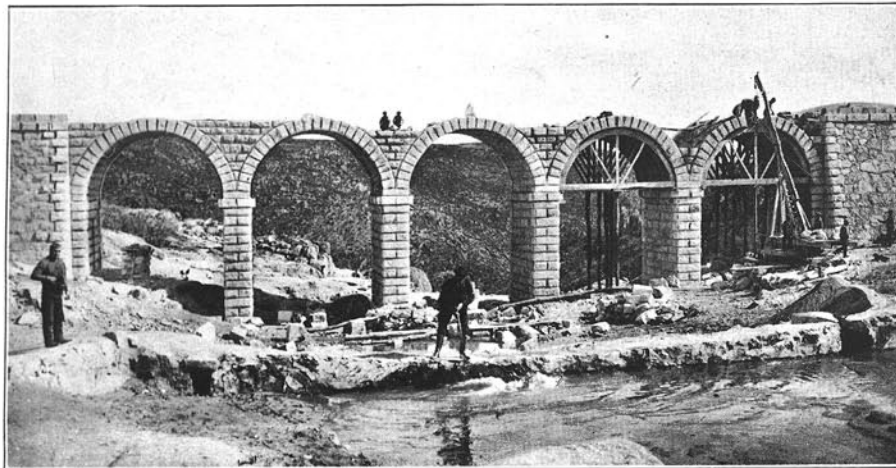


Fig. 58. — Puente acueducto de la Alameda.

Kilómetro 73'.

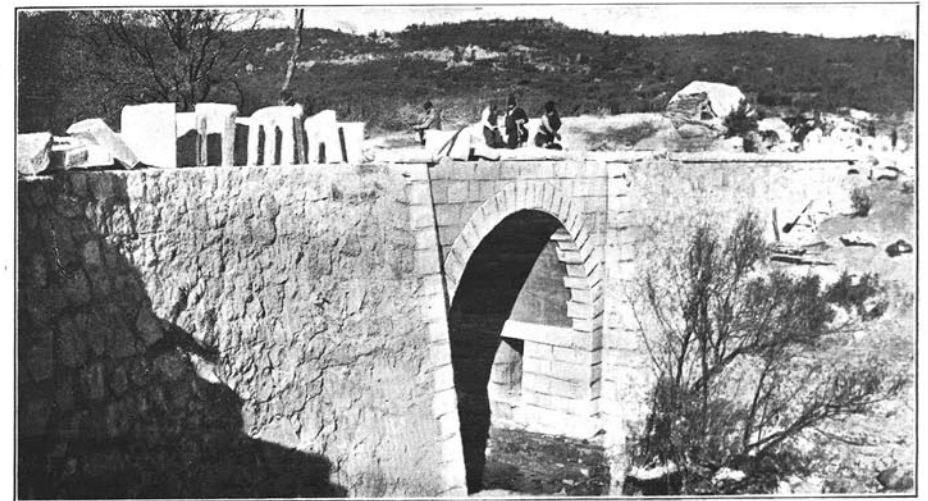


Fig. 59. — Puente acueducto del Recombo.

Kilómetro 70'.

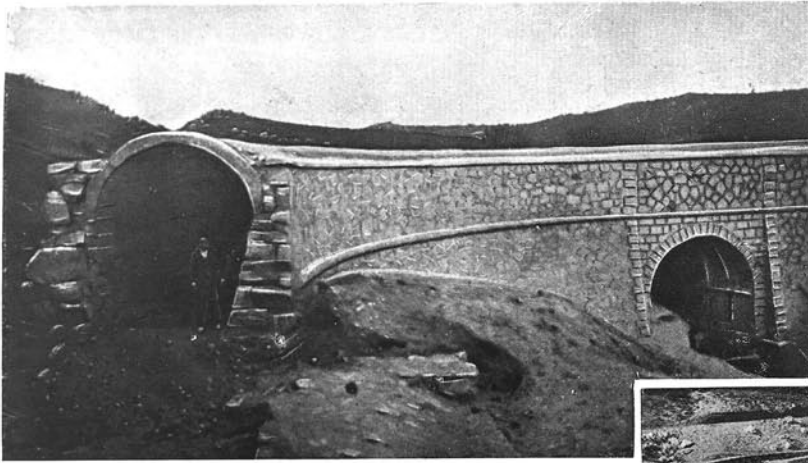


Fig. 60. - Puente acueducto del Recombo.
Kilómetro 70'.



Fig. 61. - Puente acueducto sobre el Jóbalo.
Kilómetro 70'.

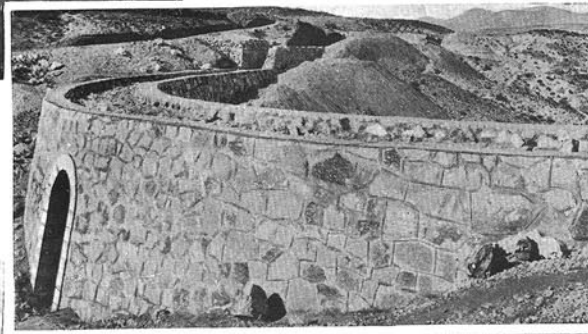


Fig 63
Alcantarilla del
Berrueco.
Kilómetro 68'



Fig. 62. - Alcantarilla del Berrueco.
Kilómetro 68 .



Fig. 64. - Trinchera.
Kilómetro 56'.

La galería de avance se ha abierto en la parte semicircular del canal para poder revestir la bóveda inmediatamente; una vez construida la bóveda, se ha desmontado la parte inferior para construir los astiales y solera. En un punto donde, confiado el contratista por el aspecto del terreno retrasó el revestimiento, ocurrió un hundimiento grande que dificultó extraordinariamente el avance en la boca de salida del túnel.

Para activar su construcción, se abrieron cuatro pozos; de ese modo se pudo disponer de diez frentes de ataque; sólo así se explica el que haya podido quedar terminada esta obra, y que se haya hecho pasar por ella el agua en menos de tres años.

Pasado el túnel del Berrueco, el trazado se desarrolla por la margen izquierda del arroyo de San Vicente, donde se han construido cuatro túneles de 626 metros de longitud total.

Las obras de fábrica más importantes construidas, además de varios muros, son dos pontones de 6 metros de luz; uno de ellos, el del arroyo Matamulos, tiene 13 metros de altura.

Esta parte alta del canal transversal, termina en el depósito superior donde empieza el salto de agua, y la parte baja empieza en el depósito inferior, al final del salto, y termina en la unión del canal actual con el transversal.

En esta parte baja se han perforado tres túneles, con una longitud total de 480 metros, y una sección del canal se ha situado en trincheras de cotas considerables, grabado número 64.

Salto de agua.— Las aguas conducidas por el canal de la zona alta, vierten en un depósito, cuya disposición aparece en los grabados 65 y 66, y que es el origen del salto de agua; su capacidad es de 8.000 metros cúbicos, y tiene por objeto regular la entrada del agua en las tuberías. De este depósito partirán seis tuberías: una de 600 milímetros de diámetro interior, que conduce el agua á las turbinas que mueven las dinamos excitatrices, y

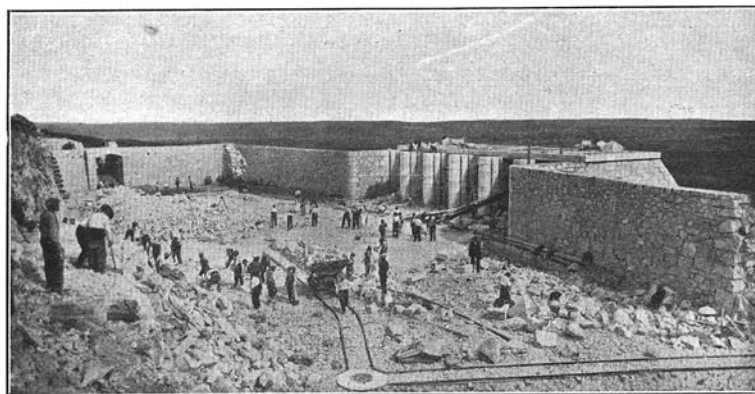


Fig. 65.—Salto de agua. Depósito superior.

Kilómetro 61'.

las otras cinco, de 1.400 milímetros de diámetro interior, alimentan cada una un grupo de turbina alternador.

Para la colocación de esta tubería se ha hecho una explanación de 1.500 metros de longitud que, ha exigido la construcción de dos obras de fábrica importantes: la primera un puente de un arco de cuatro metros de luz y la otra, un puente de tres arcos, de nueve metros de luz cada arco, grabados números 67 y 68. Por ahora sólo se instalarán dos grupos de máquinas, pero teniendo en cuenta las variaciones de consumo de energía, se ha dado á la casa de máquinas capa-

cidad bastante para establecer hasta cinco grupos, para que puedan funcionar cuatro, quedando uno de reserva, grabados números 69 al 73.

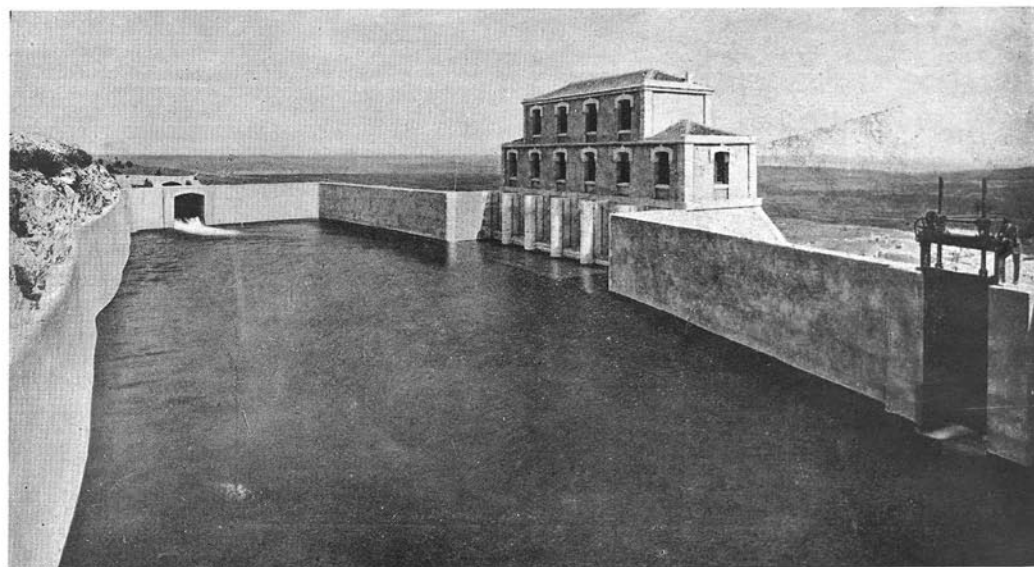


Fig. 66.—Salto de agua. Depósito superior

Kilómetro 61'.



Fig. 67.—Salto de agua. Puente para paso de la tubería en el Barranco de las Hojas.

Kilómetro 60'.

Siendo el caudal que puede derivarse del río Lozoya de 6.000 litros por segundo, como esto representa una fuerza media de 9.000 caballos, el doble de esta fuerza es 18.000; por lo tanto, si hacemos que la potencia de los tres grupos restantes sea de 6.000 caballos cada uno, nos darán los 18.000 quedando además una reserva de 6.000 caballos: de este modo no habrá necesidad de aumentar en su día la capacidad de la casa de máquinas ya construida.

Cada turbina generatriz está calculada para un salto efectivo de 146 metros, un gasto de 2.000 litros por segundo y una potencia de 3.000 caballos á la velocidad de 300 revoluciones por minuto, y son del tipo "Pelton", de eje horizontal.

La entrada del agua en la rueda motriz se efectúa por cuatro inyectores de aguja.

Los tubos son de fundición especial; los cilindros del servomotor están provistos de camisas de bronce, así como el revestimiento de los inyectores; las agujas son de acero, así como los álabes de la rueda motriz.

Además del regulador automático de velocidad que actúa sobre los cuatro inyectores, cada turbina está provista de un descargador automático para evitar los golpes de ariete.

El constructor ha garantizado para estas turbinas, un rendimiento superior al 80 por 100, y para la regulación una variación de velocidad de 10 por 100 de plena carga á vacío.

Las turbinas excitatrices son de un tipo análogo á las generatrices, pero de un solo inyector, estando también provistas de su correspondiente regulador automático.

Los alternadores acoplados directamente á las respectivas turbinas generatrices, son capaces de absorber cada uno, una potencia de 3.000 caballos y de desarrollar 2.075 kilowatios, trabajando sobre circuito inductivo con $\cos \varphi = 0,8$. La tensión de la corriente es de 5.000 voltios y la frecuencia de 50 períodos por segundo.

Estas máquinas son de una construcción especial á la que ha tenido que llegarse para obtener una regulación perfecta de la turbina. Como consecuencia del momento de inercia exigido para aquéllos de 145.000 kilogramos, la rueda polar consta de tres piezas superpuestas de palastros y fundición, sobre los que van encajadas á cola de milano las masas polares. El conjunto presenta el aspecto de robustez que es preciso conseguir en la parte mecánica de estos generadores, grabado número 73.



Fig. 68.—Salto de agua. Puente para paso de la tubería en el Barranco de las Hojas.

Kilómetro 60'.

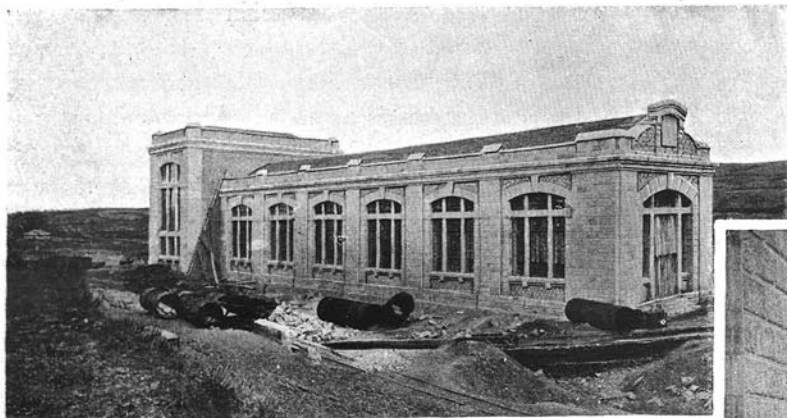


Fig. 69.—Salto de agua, Casa de Máquinas.

Kilómetro 59'.

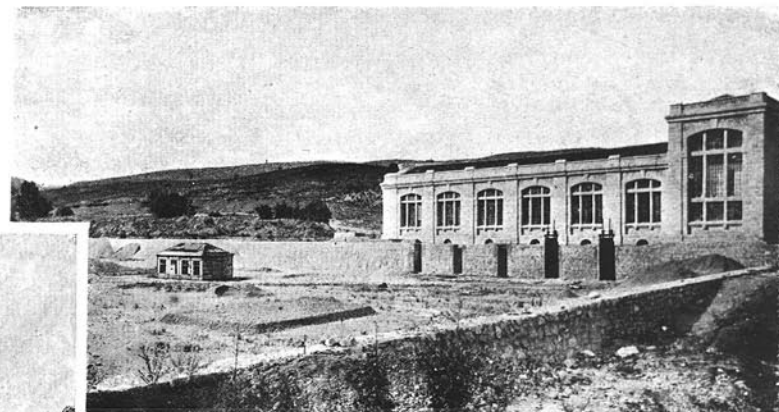


Fig. 70.—Depósito inferior de contra regulación.

Kilómetro 59'.

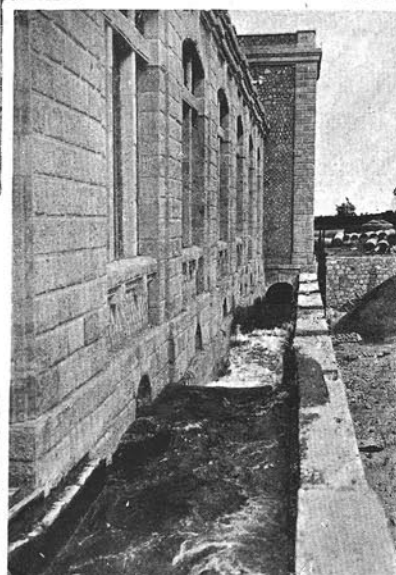


Fig. 71.—Canal de unión del rápido con el Canal inferior.

Kilómetro 59'.

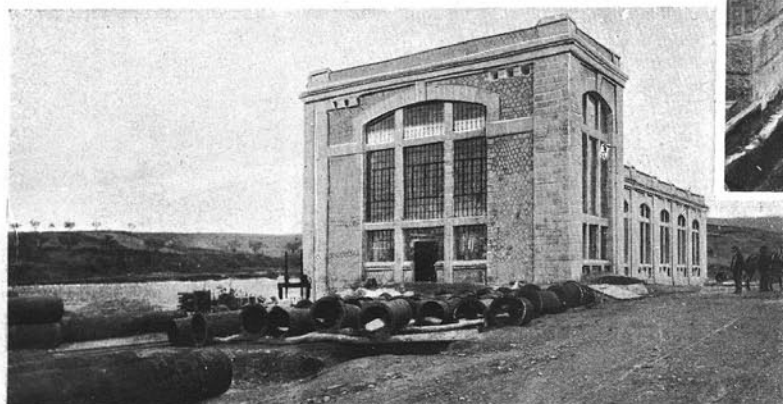


Fig. 72.—Salto de agua, Casa de Máquinas.

Kilómetro 59'.

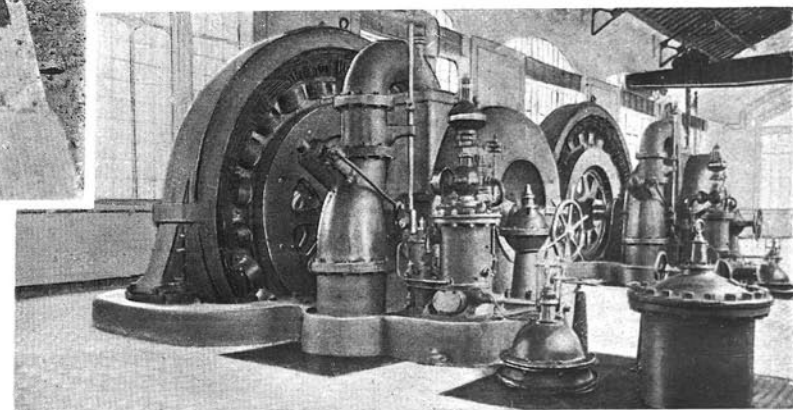


Fig. 73.—Salto de agua, Galería de Máquinas.

Kilómetro 59'.

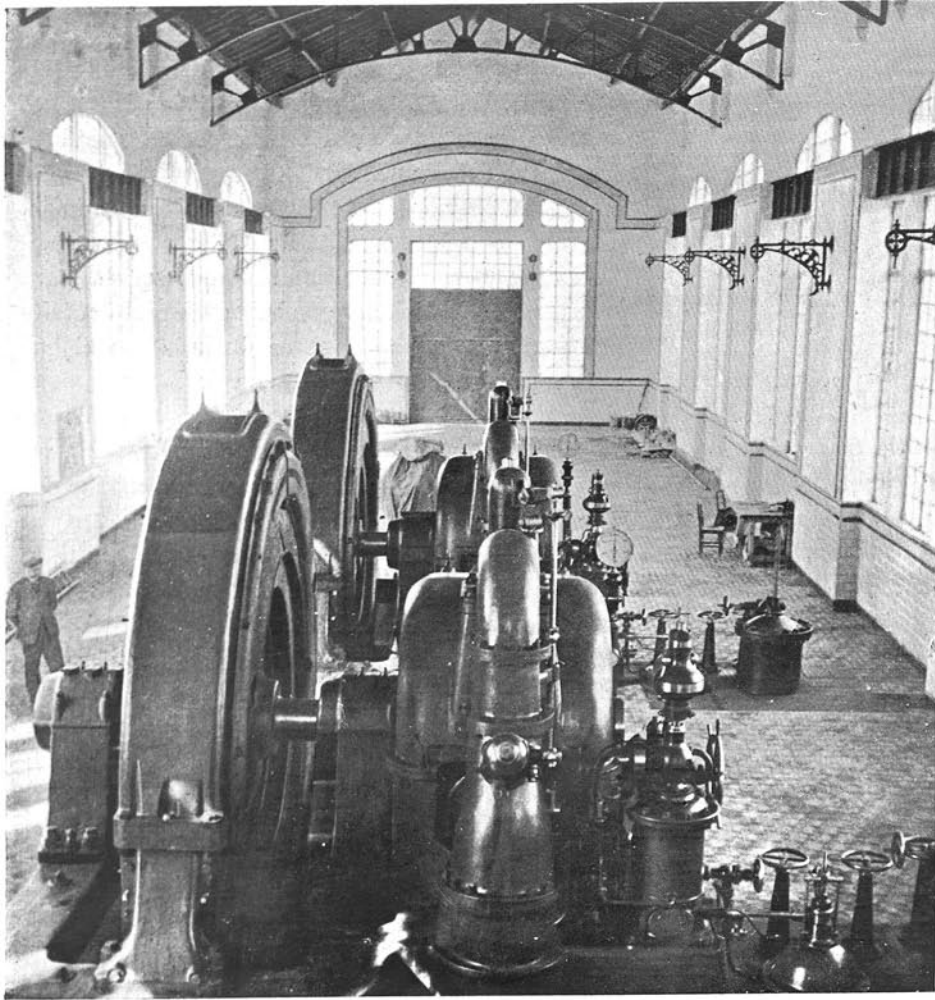


Fig. 74.

Interiores de la galería de máquinas.

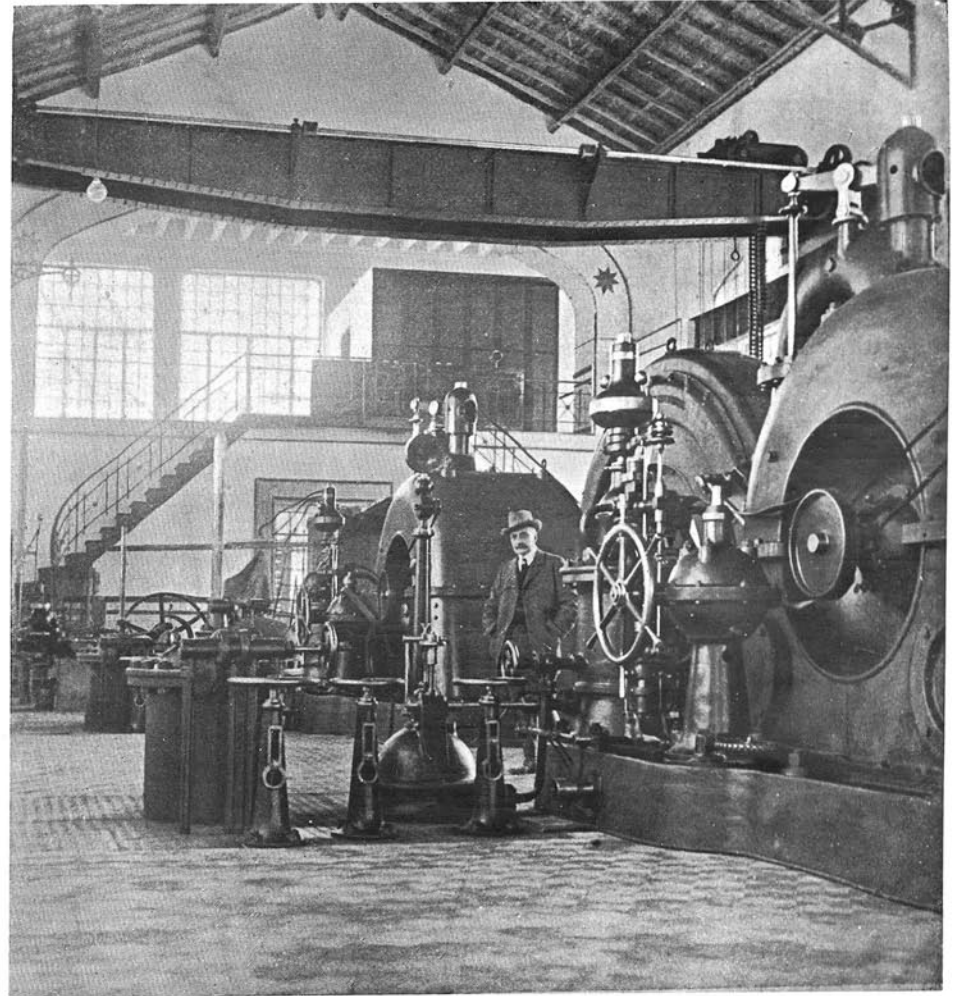


Fig. 75.

Las dinamos excitatrices, también directamente acopladas á las turbinas, son capaces de absorber una potencia de 200 caballos, desarrollando 135 kilowatios, bajo la forma de corriente continua á la tensión de 115 voltios, de suerte que una sola turbina excitatriz posee la suficiente capacidad para la excitación de todos los alternadores y el alumbrado de la Central.

La tensión de las generatrices se eleva á 45.000 voltios, por medio de transformadores colocados en una parte del edificio destinada á ellos y separada completamente de la sala de máquinas. La capacidad es análoga á la de los alternadores respectivos.

El cuadro de maniobras y distribuciones está estudiado para asegurar una completa separación de la alta y baja tensión.

Desde el cuadro de baja tensión se ejecutan todas las maniobras.

Todos los conductores de tensión peligrosa, van alojados en celdas independientes, constituidas por tabique de cemento armado.

La protección de la línea se hace mediante dos sistemas de pararrayos con resistencias líquidas, y un descargador de chorro de agua para derivar á tierra las cargas estáticas.

Las aguas, después de haber accionado á las turbinas, van á parar á un depósito, grabado número 70, y de allí se derivan por el canal de la zona baja, que ya hemos descrito, hasta el empalme con el canal actual.

Este depósito, que tiene una capacidad de unos 70.000 metros cúbicos, tiene por



Fig. 76. — Salto de agua. Rápido. Kilómetros 60' y 61'

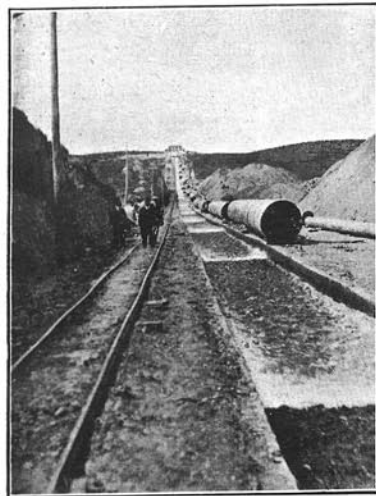


Fig. 77. — Salto de agua. Rápido. Kilómetros 60' y 61'.

objeto almacenar agua en las horas en las que el consumo de energía eléctrica alcanza su máximo. Entonces, el exceso de caudal procedente de las turbinas y que el canal inferior no conduce, será almacenado para regularizar el régimen del canal inferior en las horas en las que el gasto de las turbinas sea menor al que este canal deba conducir.

Por último, se ha construido un canal rápido, grabados números 76, 77 y 78, que une el depósito superior con el inferior, que servirá para desagüe del aliviadero de superficie del depósito superior, así como para conducir el caudal que sea preciso para el consumo de Madrid, si no existiera agua almacenada en el depósito inferior, y las turbinas no llegaran á consumir el caudal necesario, caso que rara vez ocurrirá cuando sea

puesta en explotación la instalación.

Este canal rápido ha sido hoy el complemento del canal transversal, y así hemos podido conseguir dar paso al agua por todo el canal transversal, y establecer el servicio directo desde la presa del Villar.

La primera y más evidente ventaja que hemos obtenido con esta obra, ha sido que desaparezcan las turbias, hecho comprobado este último otoño, en el que las aguas del río han venido muy cargadas de arcilla, especialmente en la parte comprendida entre las presas del Villar y la Parra, mientras que permanecían claras en el embalse del Villar.

Debemos hacer constar, que las primeras turbias nos han sorprendido con un cau-



Fig. 78. — Salto de agua. Rápido. Kilómetros 60' y 61'

dal de agua de unos 7 millones de metros cúbicos en el embalse del Villar. La constancia de las lluvias este otoño ha dado lugar á un aumento rápido del agua embalsada, de modo que forzosamente han tenido que mezclarse las aguas del río que tienen su entrada por la cola del embalse con las que existen en él, y á pesar de que el caudal que se ha almacenado procedente de las primeras lluvias, que son las que mayores turbias producen, ha sido más del doble del caudal que existía embalsado, sólo ha tomado un ligero color opalino, hecho que demuestra que las turbias de la zona alta del río son mucho menos importantes que las de la zona baja, y que habiendo conseguido que las aguas de la zona baja no entren en el Canal, podemos dar por resuelto el problema de las turbias, salvo el caso de un temporal de aguas muy excepcional y de gran duración.

Para asegurar una clarificación completa de las aguas aun en estos casos excepcionales, nos resta activar la repoblación de la cuenca del Lozoya que hoy abastece á Madrid, especialmente en la zona llamada de protección, que comprende los terrenos situados en ambos lados de los embalses y del río mismo, punto del que nos ocuparemos más adelante, al tratar de la purificación bacteriológica de la cuenca, por la relación íntima que tienen ambos problemas.

Presa del embalse en Puentes Viejas.—Nuestra primera preocupación al hacernos cargo de la Dirección técnica del Canal, fué la de darnos exacta cuenta del caudal de agua que Madrid consumía. De los estudios hechos, y que aparecen en la Memoria presentada en Octubre de 1907, resulta que se derivan para Madrid del río Lozoya más de 2.000 litros por segundo y que el embalse del Villar, que almacena en el invierno el agua para atender á las necesidades del consumo en el estiaje, llegaría á ser insuficiente al reproducirse estiajes como los de los años 1903 y 1904, dado el consumo que se verifica en la capital, y aun esta insuficiencia, se hubiera hecho sentir ya en los estiajes ordinarios, si no se hubiera dado cumplimiento al art. 2.º del Reglamento de distribución, que obliga á la sustitución del caño libre sin contador por caño libre con contador, resultando que á pesar de los aumentos de servicios que se establecen anualmente, se ha conseguido que el caudal que es preciso derivar de la presa del Villar sea próximamente el mismo, pero esta compensación durará muy poco tiempo, y ampliada la distribución en la zona elevada, con la precisión necesaria, nos exponemos á que el caudal que almacena la presa del Villar sea insuficiente.

La necesidad de pensar en un aumento de caudal era y es evidente.

Los aforos del río han demostrado que aun en los años de menor caudal, puede contarse en el Lozoya con un caudal medio de 6.000 litros por segundo.

Es indudable que el Canal de Isabel II debe desde luego proceder á la construcción de un nuevo embalse; esto lo consignamos en nuestra primera Memoria é insistimos en ocuparnos nuevamente de esta cuestión.

Que en un plazo más ó menos largo, ha de verse precisado el Canal, á almacenar todo el caudal de agua necesario, para poder utilizar los 6.000 litros por segundo que puede suministrar el río Lozoya, es indiscutible.

La lectura de la primera parte de esta Memoria, pone de manifiesto la previsión verdaderamente providencial que tuvieron los Ingenieros que plantearon el problema del abastecimiento de aguas de Madrid y que en una época, en que las necesidades de este servicio no podían calcularse ni en 115 litros de agua por segundo, eligieron un río que puede suministrar, regularizando sus aguas, un caudal de 6.000 litros por segundo, adoptando para el Canal una sección inmensamente mayor que la necesaria para las atenciones de aquella época.

Cuando en el año 1869 se trató de construir la presa del Villar, por no tener condiciones apropiadas el embalse del Pontón de la Oliva, por las razones ya expuestas, los Ingenieros Sres. Morer y Boix, calcularon la capacidad del embalse del Villar. En aquella época se consumían en Madrid unos 20.000 metros cúbicos diarios y el volumen almacenado en el embalse del Villar, puede atender á las necesidades de un consumo diario de 175.000 á 200.000 metros cúbicos, cifra difícil de precisar, porque depende de la mayor ó menor intensidad y duración del estiaje; pero de todos modos, tuvieron en cuenta que era preciso pensar en un aumento de consumo para el porvenir, de 8 á 10 veces mayor al que existía en la época en la que redactaron el proyecto y ejecutaron las obras. Esta previsión no ha tardado cuarenta años en verse realizada.

Con estos antecedentes y sentado por las eminencias que se dedican á esta clase de estudios, el principio de que el caudal de agua que se conduzca á una población, nunca es excesivo y que debe conducirse todo el caudal que sea posible, nuestro criterio estaba perfectamente definido.

Hoy se derivan de la presa del Villar unos 2.000 litros por segundo para

el abastecimiento de Madrid. El caudal medio mínimo del río Lozoya en la toma actual, ó sea en la presa del Villar, es de 6.000 litros por segundo, que no es más que el triple del que hoy necesita Madrid. ¿Podríamos en buena lógica y después de la enseñanza y precedentes sentados por los Ingenieros que he citado y cuya previsión en una de las Memorias hemos calificado de adivinación del porvenir; podíamos, repito, al ejecutar las nuevas obras, disponerlas de modo que pudieran conducir menos de los 6.000 litros que puede suministrar el río Lozoya? Es evidente que no, y teniendo en cuenta estas consideraciones, dedujimos la sección que era preciso dar al canal transversal.

Al ocuparnos del embalse que era preciso ejecutar en Puentes Viejas, tomamos como dato para determinar su capacidad, la del acueducto de conducción. Ahora bien: debemos hacer constar que, en todo el curso del Lozoya, desde las Lagunas de Peñalara hasta el Villar, no hay estrechamientos como los del Villar y Puentes Viejas; además, la disposición especial de las márgenes del Lozoya, entre la presa del Villar y el pueblo de Buitrago, le dan condiciones excepcionales para establecer en este tramo del río presas de embalse, porque el vaso de los embalses, es todo de roca granítica y tiene inmejorables condiciones para la conservación del agua, como se ha demostrado en la presa del Villar. Fuera de este tramo del río, la cuenca se ensancha y no tiene condiciones para almacenar aguas, porque para ello, tendrían que extenderse sobre terrenos de cultivo, que al quedar al descubierto, cuando bajara el embalse, darían lugar al desarrollo de materias orgánicas, contaminadoras de sus buenas condiciones de potabilidad.

Teniendo en cuenta cuanto llevamos expuesto, creemos que al construir la nueva presa de embalse, deberá dársele las dimensiones necesarias para almacenar un caudal que, sumado al que almacena la presa del Villar, sea suficiente para derivar del río Lozoya hasta 6.000 litros por segundo.

Si limitáramos sus dimensiones á las necesarias para derivar los 4.000 litros que, según los cálculos, constituyen la actual capacidad del canal, antes de ponerse en carga, es indudable que, acaso, á la vuelta de pocos años nos viéramos precisados, por las exigencias del consumo, á ampliar el embalse recreciendo las presas, operación que, como es sabido, es de suyo delicada y difícil.

Dada la situación económica del Canal de Isabel II, creemos que nos in-

cumbe el deber de dar á esta obra toda la amplitud que al porvenir de Madrid corresponde, no perdiendo de vista, además, el que el caudal de 6.000 litros, cuyo aprovechamiento perseguimos, hallará en plazo no lejano, completo empleo, transformado en energía hidro-eléctrica, por la instalación del salto del cuarto trozo.

No tendría disculpa nuestra imprevisión, comparada con la providencial y patriótica audacia de nuestros predecesores que, á pesar de la dificultades económicas inherentes á toda grande empresa, dieron al problema del abastecimiento de aguas de Madrid, tan amplia y previsora solución que, todavía, nos admira.

Lo expuesto, demuestra las excepcionales condiciones en las que está situado Madrid, puesto que puede dotársele del caudal que necesita y pueda necesitar en un período de tiempo muy grande, y aun admitido que las necesidades del consumo de agua fueran en el porvenir tan grandes que no fuera suficiente el caudal que puede suministrar el río Lozoya, quedan el Guadarrama, Guadalix y el Jarama, cuyas aguas podrían ser utilizadas para su abastecimiento. Debemos, sin embargo, hacer constar que, ninguno de estos ríos, tiene las condiciones del Lozoya en el tramo comprendido entre el Villar y Buitrago para almacenar aguas, aptas para el consumo de la población.

No hemos incluido en los ríos que pueden abastecer á Madrid el río Manzanares, porque su aprovechamiento para este objeto ha sido concedido al Marqués de Santillana. Teniendo en cuenta que este río es el único que pasa por Madrid y el único que puede arrastrar en su curso los productos recogidos por el alcantarillado, hubiera sido, sin duda alguna, más beneficioso dedicarlo á este fin.

El trabajo de regularización del río Manzanares, llevado á cabo por el Marqués de Santillana, es una de las mejores obras que han podido construirse en beneficio de Madrid, porque se ha llegado á conseguir que un río como el Manzanares, que en el estiaje no conduce ni 40 litros por segundo, quede regularizado para poder llevar un caudal constante acaso de unos 2.000 litros; es esta una gran mejora, y sólo así se comprende que las obras de encauzamiento que se tratan de llevar á efecto del río Manzanares, tengan una utilidad práctica. Comprendemos que, dada la importancia de Madrid, aun este caudal es muy deficiente; pero como no hay ningún otro río que cruce la

población, sería lógico y laudable el que se hubiera pensado en utilizarlo exclusivamente para el saneamiento de la Capital.

Canal de unión del embalse de Puentes Viejas con el canal transversal. — Construido el canal transversal y habiéndose establecido la toma de aguas de este canal en la presa del Villar, á 15 metros sobre el fondo del río, para hacer llegar el agual al canal transversal cuando el embalse del Villar esté vacío, se pensó en construir un canal de derivación que, partiendo de la toma del canal transversal, fuera por la margen izquierda, hasta llegar al thalweg del mismo y construir en ese punto una sencilla presa de derivación.

Esta parecía la solución más sencilla y más lógica para no interrumpir el servicio del agua por el canal transversal en todo tiempo, pero teniendo en cuenta que, en el lecho del río se acumulan los fangos que el agua embalsada deja por sedimentación, y que las aguas que por este canal se condujeran, pudieran estar inficionadas por esos fangos, por indicación nuestra, en una época en la que el embalse del Villar estaba vacío, el Doctor Chicote, Director del Laboratorio Municipal, tomó aguas de las que corrían por el lecho del río, y del resultado del análisis dedujo que las aguas estaban, en efecto, inficionadas por los fangos. Por esta razón, hubo que desistir de proyectar este Canal y pensar en construir uno que, partiendo de la toma inferior del embalse de Puentes Viejas, situado á más de 15 metros sobre el fondo del río, vierta directamente en el canal transversal; así conseguiremos que el agua que se consume en Madrid no arrastre los fangos de la sedimentación de los embalses.

El Ingeniero encargado de ese servicio ha proyectado un canal descubierto, fundado en que el canal se desarrolla todo él próximo al embalse del Villar, y como además, adquiridos los terrenos que exige la zona de defensa de los embalses, se puede evitar toda circulación por esa parte, no hay necesidad en realidad, de que esta sección del canal sea cubierta. Su presupuesto es de 884.000 pesetas, y para que fuera cubierta, sería preciso elevar el presupuesto hasta 1.284.000.

La diferencia de gasto no es de tal consideración que el Canal no pueda atender á ella, pero sólo encontraríamos justificado que este canal se construyera también cubierto, por estarlo así todo el que existe desde Madrid á la presa del Villar, en sus 76 kilómetros.

La construcción de este canal tiene la ventaja que cuando se haga uso de él, como el desnivel que quedará á su terminación con el canal transversal, será de unos 30 metros, podrá utilizarse en desarrollar una fuerza hidro-eléctrica de importancia, que representa un valor que ha de venir á compensar en gran parte la cantidad que se invierta en su construcción.

Obras de reparación necesarias en el Canal actual para asegurar una mayor capacidad de conducción. — En todas las Memorias de nuestro antecesor se expresa que, el canal actual tiene una capacidad de conducción de 3.800 litros por segundo y, hechos los cálculos, hemos comprobado que antes de ponerse en carga puede conducir hasta 4.000.

Esto no nos garantiza la seguridad de que el canal pueda en realidad conducir este caudal; para poderlo afirmar es preciso realizar un escrupuloso reconocimiento del mismo.

Terminadas las obras del canal transversal y segregados del servicio 24 kilómetros, entre el Pontón de la Oliva y el empalme con el canal transversal, se ha hecho pasar por él, como hemos dicho ya, un caudal de 3.000 litros por segundo, habiendo alcanzado una altura en la sección general de 1,65, que es la altura en la que el canal está revestido, sin que se notara nada anormal, ni siquiera aumento sensible en las filtraciones.

Por lo tanto, tenemos el dato práctico de que, sin dificultad puede el actual canal conducir hasta 3.000 litros, ó sea, una mitad más del caudal que hoy consume Madrid. Además, aunque el trabajo es muy difícil estando el canal en servicio, se ha dado comienzo al estudio, para conocer con detalle el estado de las fábricas, de las rasantes y secciones que el canal tiene hoy en todos los puntos y poder determinar las obras que deben realizarse, para llegar á darle la capacidad de conducción mayor posible, á fin de que sirva este dato como norma, para deducir cuándo podrá llegar á ser necesaria la construcción del canal paralelo, entre Madrid y el origen del canal transversal.

Entonces, el problema quedará reducido á construir un acueducto, en una longitud de 53 kilómetros, capaz para conducir la parte de caudal que el canal actual no puede llevar.

El presupuesto de esta obra será de unos 10 á 12 millones de pesetas, pues los adelantos realizados con el empleo del cemento armado en las construcciones hidráulicas permite someterlos á presiones, y aunque éstas sólo alcan-

cen de 8 á 10 metros, permitirán adaptarse mejor y más económicamente á los accidentes del terreno, en forma que podrán hacerse desaparecer casi todas las obras de fábrica.

El siguiente cuadro pone de manifiesto las cantidades gastadas en obras en esta primera sección desde la nueva organización de los servicios del Canal.

	CANTIDADES GASTADAS — PESETAS	CANTIDADES QUE FALTAN INVERTIR — PESETAS	TOTALES — PESETAS
Obras de nuevo embalse	»	3.597.958,49	3.597.958,49
Nuevo em- { Canal entre Puentes balse.... { Viejas y el Villar..	»	1.284.000,00	1.284.000,00
Canal trans { Obras por contrata.	6.086.940,60	115.318,77	6.202.259,48
versal.... { Camino de servicio. Casillas y teléfono	4.548,59	165.451,41	170.000,00
Aprovechamiento del salto de agua.	2.113.462,78	1.146.197,33	3.259.660,00
Reformas en el Canal antiguo.....	»	1.038.000,00	1.038.000,00
TOTALES.....	8.204.951,97	7.346.296,00	15.551.877,97

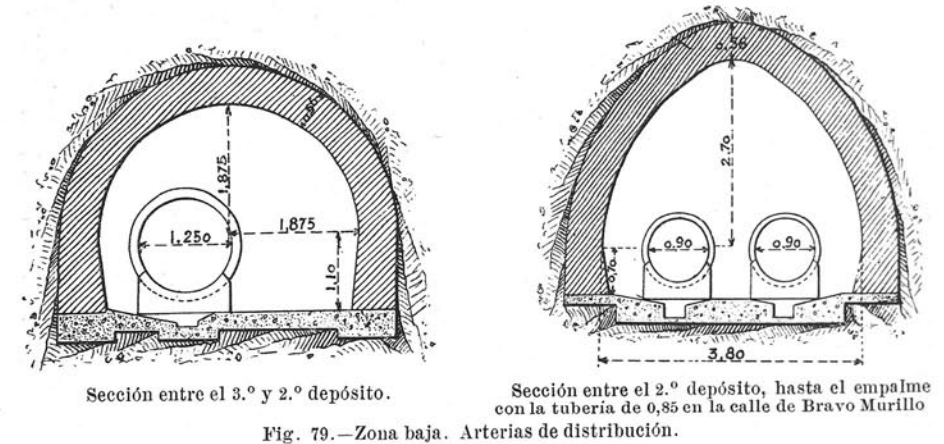
Segunda sección.

Comprende esta sección, las obras del tercer depósito, galería de tubos, zanja de aspiración, depósitos elevados y central elevadora de agua.

Tercer depósito.—Suspendidas las obras del tercer depósito por la razón antes expuesta, y dadas las condiciones difíciles en que ha quedado, está pendiente de la resolución de la Superioridad, el sistema de construcción definitiva que deba adoptarse para habilitar dos de los cuatro compartimientos que comprende la obra total.

Ya hemos dicho antes que la construcción del tercer depósito, tuvo por objeto evitar las turbias, contando para ello con un caudal almacenado que pudiera atender á las necesidades del servicio por espacio de un mes. Dado el consumo de agua que hoy existe, esta obra no resolvería el problema planteado,

y evitadas casi en su totalidad las turbias con la construcción del canal transversal, el tercer depósito resulta innecesario para el fin que se perseguía.



Ahora bien; en todo servicio de distribución de aguas, debe existir un depósito regulador, y la capacidad de éste, se considera suficiente cuando almacena un volumen doble del caudal que se consume en veinticuatro horas. El

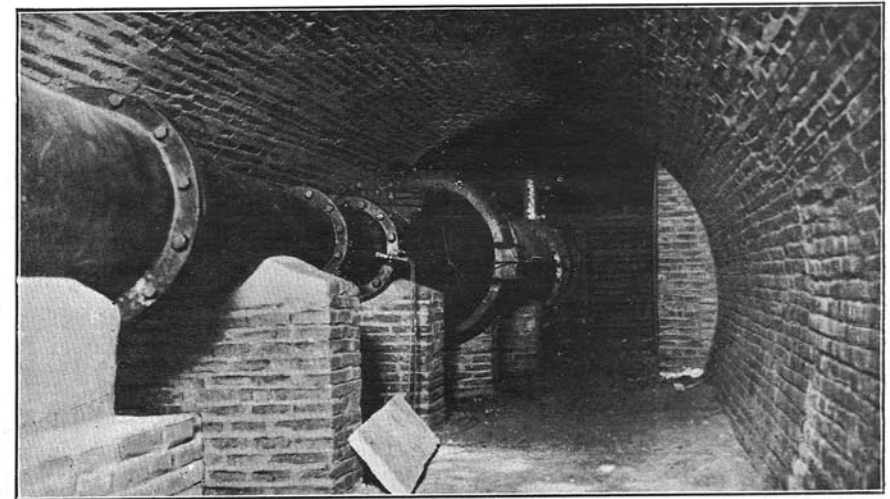


Fig. 80 —Contador Venturi.

caudal que hoy se gasta en Madrid, puede suponerse de unos 2.000 litros por segundo, que representa al día un volumen de agua de 172.800 metros cúbicos; como el depósito hoy en servicio almacena 183.245, resulta que la capacidad que debiera tener el tercer depósito sería de 162.365.

La capacidad calculada para esta obra fué de 471.500 metros cúbicos divididos en cuatro compartimientos, correspondiendo á cada compartimiento 117.875; por lo tanto, construyendo sólo dos compartimientos, dispondremos de un volumen almacenado de 235.750 que, sumado á los 183.245 que almacena el depósito hoy en servicio, hacen un total de 418.995, capacidad que excede del doble del consumo actual en 77.595 metros cúbicos, dato que demuestra que, por hoy, no debe pensarse en ejecutar más que las obras necesarias para dejar en condiciones de prestar servicio, dos de los cuatro compartimientos del tercer depósito proyectado, lo que producirá una reducción en el presupuesto de 2.100.000 pesetas, que pueden y deben dedicarse á obras de más utilidad de las muchas que aún necesita llevar á cabo el Canal de Isabel II.

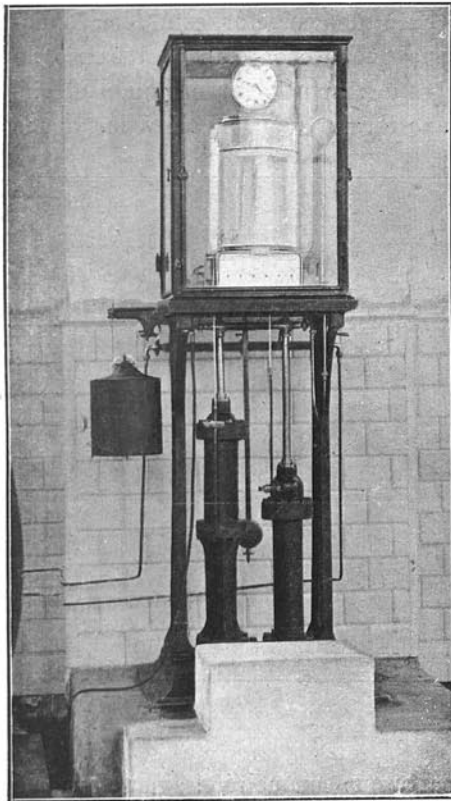


Fig. 81.—Contador Venturi.

Galería de tubos.—Esta obra comprende una galería de tubos para unir el tercer depósito con las arterias que arrancan del depósito núm. 2, y la colocación dentro de ella de una tubería de mil doscientos cincuenta milímetros de diámetro interior; la galería está ya construida, colocada también la tubería y hecho el enlace con cada uno de los cuatro compartimientos del tercer depósito. Grabado número 79.

Teniendo en cuenta que la sección del acueducto de villa que alimenta al segundo depósito, no permite el paso más que de unos 1.500 litros por segundo, y estando ya construido otro segundo acueducto que arranca del partidor para alimentar el tercer depósito, se ha unido este segundo acueducto con la arteria de mil doscientos cincuenta milímetros de diámetro, y puesto ya en servicio, y así ha quedado garantizado el consumo de Madrid.

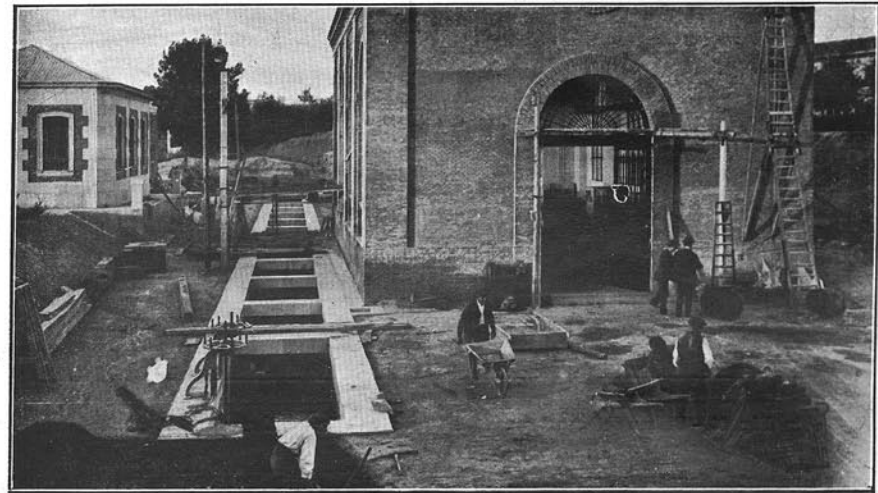


Fig. 82.—Zanja de aspiración.

La arteria de mil doscientos cincuenta milímetros, al llegar frente al segundo depósito, se divide en dos tubos de novecientos milímetros de diámetro cada uno, y en éstos enlazan las tomas de este depósito; de este modo, el día que esté construido el tercer depósito, la zona llamada baja de Madrid quedará surtida indistintamente por ambos depósitos.

Se han colocado, además, en esta nueva galería, dos contadores Venturi, grabados números 80 y 81, uno en cada uno de los tubos de novecientos milímetros, y así podemos conocer con todo detalle el caudal de agua que se consuma en la zona baja.

Zanja de aspiración.—La zanja de aspiración está próxima al segundo depósito, grabado número 82; puede alimentarse indistintamente por uno ú otro de sus compartimientos, y sirve para alimentar á su vez las bombas que

elevan el agua para el surtidor de la zona alta. También esta obra está terminada y en servicio.

Depósitos elevados y Central de máquinas elevadoras.—El número de depósitos elevados propuestos en el proyecto de abastecimiento de la zona de ensanche

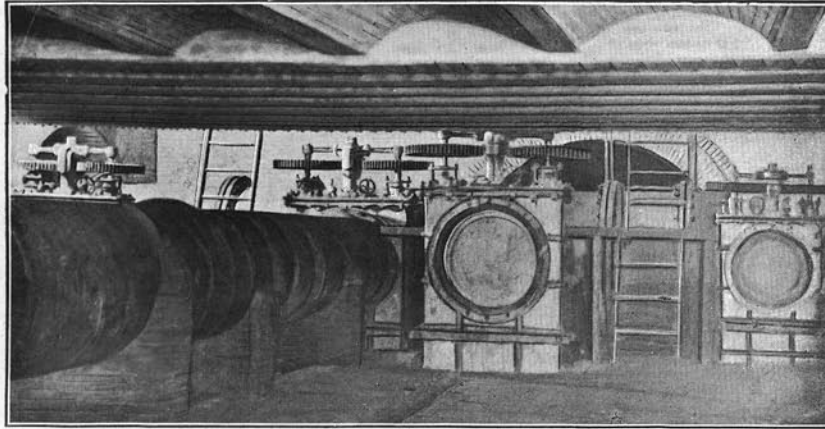


Fig. 83.—Origen de las arterias de la zona alta. —Tubo colector de 1,20 metro.

de Madrid, redactado por D. Diego Martín y Montalvo, es de tres, pero por ahora sólo se ha construido uno que está ya terminado y en servicio; existe además una Central de máquinas elevadoras de agua compuesta de grupos electro-bombas.

La Central de máquinas está en contacto con la zanja de aspiración y el depósito elevado á 65 metros de esta Central, haciéndose la unión de estos dos elementos por medio de una tubería de 900 milímetros de diámetro interior que conduce el agua desde la Central elevadora al depósito elevado.

La disposición de estas obras se ve en los grabados números 84 al 91. El vaso que almacena el agua elevada por las máquinas y que está en la

parte alta del depósito elevado, tiene una capacidad de 1.500 metros cúbicos y del fondo de él sale un tubo de 900 milímetros que va á parar á un tubo colector de 1,20 milímetros de diámetro (grabado número 83). A este tubo colector irán á parar los tubos que conduzcan el agua de los tres depósitos elevados el día que estén construídos. Este tubo colector, está además dispuesto para que arranque de él la arteria que alimenta todo el barrio de Salamanca y Chamberí y que vuelve otra vez al colector cerrando el circuito; además de estas dos tomas, hay una tercera que conducirá las aguas

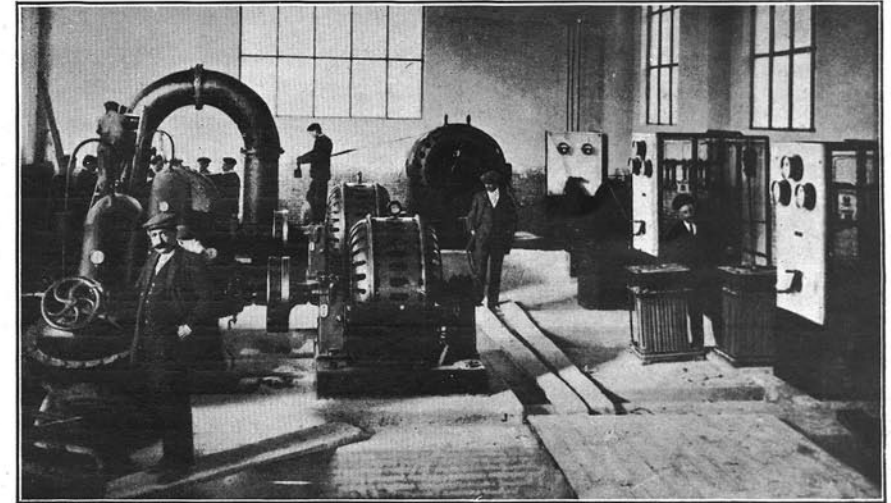


Fig. 84.—Central elevadora de agua.

elevadas al barrio del Lozoya y otra cuarta que conducirá el agua elevada á los Cuatro Caminos.

Estas obras constituyen el complemento del servicio de abastecimiento de aguas de todo el término municipal de Madrid, con la presión necesaria para una cómoda distribución.

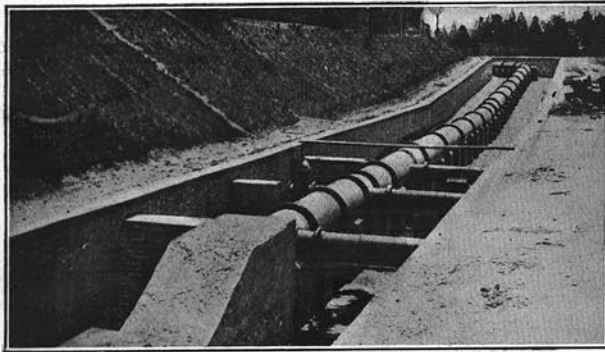


Fig. 87.—Elevación de aguas. Tubería de impulsión.

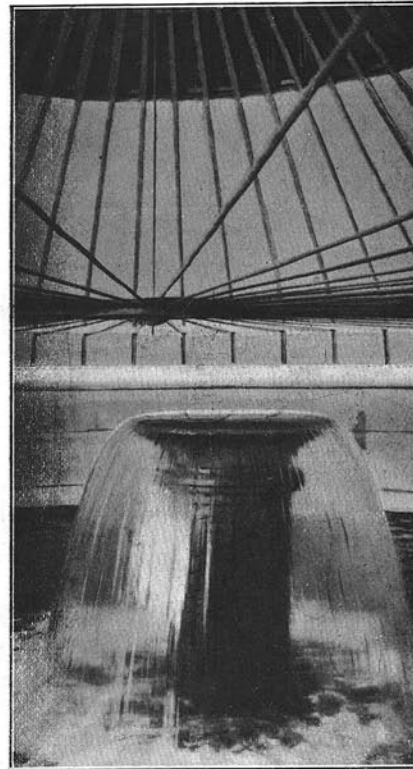


Fig. 91.—Depósito elevado. Entrada de aguas.

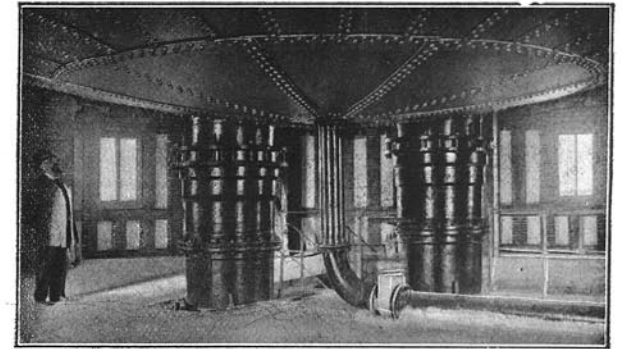


Fig. 89.—Fondo del vaso del depósito elevado.

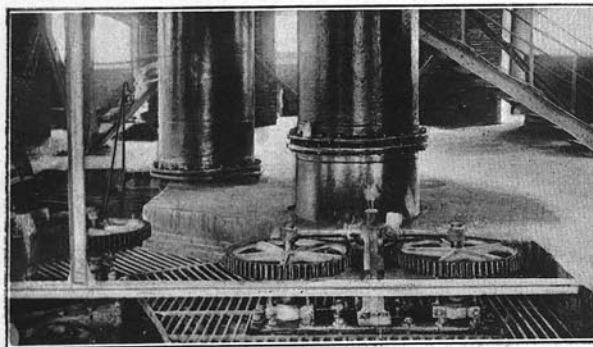


Fig. 88.—Entrada de las tuberías de 0,90 en el depósito elevado.

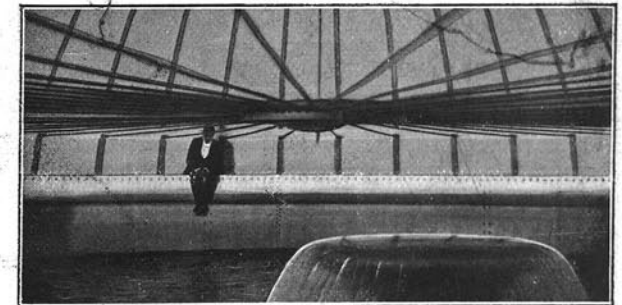


Fig. 90.—Depósito elevado. Entrada de aguas.

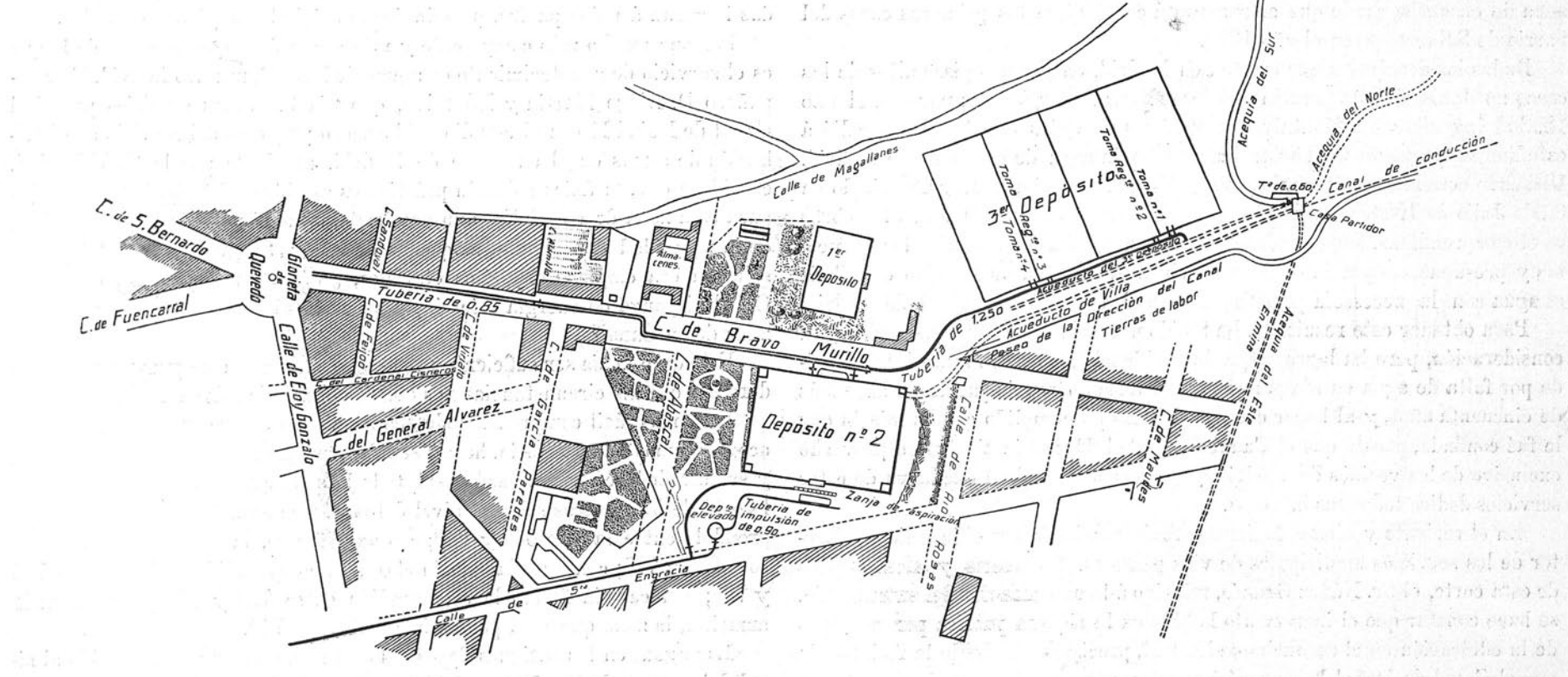


Fig. 92.—Situación del Partidor. Acequias. Depósitos y Arterias de distribución.

Necesidad de los depósitos elevados.—Habiéndose constituido el Canal de Isabel II para surtir con aguas derivadas del río Lozoya todo el término municipal de Madrid, conforme la población ha ido extendiéndose, el Canal ha ido ampliando su red de distribución, dando el servicio de agua en toda la zona de ensanche desde que empezaron á construirse las primeras casas del barrio de Salamanca, en el año 1860.

Dados los desniveles que existen en Madrid, en algunos pisos altos de las casas no tenía el agua presión suficiente para llegar á ellos; por eso, el año 1898 el ingeniero Sr. Montalvo, afecto á los servicios del Canal, procedió á estudiar el proyecto de abastecimiento de la zona de ensanche de Madrid. Ultimado este hermoso trabajo y remitido á la Superioridad, fué aprobado en 30 de Julio de 1900, y desde esa fecha se han ido ejecutando todas las obras en él comprendidas, sometiendo siempre á la aprobación superior los proyectos y presupuestos parciales de cada obra. Así se ha conseguido distribuir el agua con la necesaria presión en todo el término municipal de Madrid.

Para obtener este resultado, ha tenido necesidad de hacer gastos de gran consideración, pero ha logrado que las edificaciones no se hayan interrumpido por falta de agua en ninguna zona del término municipal desde hace más de cincuenta años, y al hacer estos sacrificios ha cumplido con la misión que le fué confiada, puesto que el Canal de Isabel II fué instituido en provecho exclusivo de los vecinos de Madrid, y por eso á la mejora exclusiva de estos servicios dedica todos sus ingresos.

En el reciente y bien estudiado trabajo publicado por el ingeniero Director de los servicios municipales de vías públicas, fontanería y alcantarillas de esta corte, el Sr. Núñez Granés, relativo á la urbanización del extrarradio, se hace constar que el incremento habido en la riqueza pública por concepto de la edificación en el ensanche de Madrid, precisamente desde la fecha en la que el Canal de Isabel II empezó á prestar sus servicios, excede de *seiscientos millones de pesetas*; por lo tanto, no puede negarse que sin el servicio prestado por el Canal de Isabel II en toda esa zona de ensanche, surtiéndola con agua procedente del río Lozoya, no se hubiera llegado á ese desarrollo. Al Canal se debe que Madrid se haya ensanchado y que existan tan hermosas barriadas, y especialmente las de la zona alta.

Esto de la distribución en la zona elevada de la capital ha sido uno de los puntos más discutidos, criticando la forma en que se ha llevado á cabo.

Hay quien ha opinado, que el canal transversal, tal cual se ha construido es una equivocación, y que en vez de utilizar el salto de agua, desde el acueducto superior debían haberse conducido las aguas á presión forzada para llegar á las inmediaciones de Madrid con la cota suficiente para que rodadas llegaran á todas partes, prescindiendo así de los depósitos elevados.

Persona mucho más competente y más conocedora que nosotros de lo que es el servicio de abastecimiento de aguas de Madrid, nuestro inolvidable compañero D. Diego Martín y Montalvo, que tan brillantes servicios prestó al Canal de Isabel II con el estudio del hermoso proyecto del servicio de distribución de aguas en el ensanche de Madrid, aprobado por la Superioridad, considera que, la única solución práctica es establecer los depósitos elevados para esta zona de ensanche, aun partiendo, como él partía para este objeto, de la necesidad de emplear máquinas de vapor. Si en estas condiciones la solución era emplear depósitos elevados, ¿cuál será la solución, cuando el Canal disponga de energía eléctrica propia obtenida en el desarrollo del trazado de su Canal?

Este dato debía ser suficiente para no discutir más este punto, pero consideramos que las circunstancias nos obligan á insistir sobre él.

Para más fácil comprensión de cuanto vamos á exponer en el plano que acompañamos á la Memoria, hemos señalado por aguadas las zonas de Madrid y sus alrededores. Sin aguada está toda la zona comprendida por debajo de la cota de 670 metros sobre el nivel del mar. Con aguada azul claro, la comprendida entre la cota 670 y 690; con azul fuerte, la comprendida entre la cota 690 y 705; con aguada carmín claro, la comprendida entre la cota 705 y 720; con carmín fuerte la comprendida entre 720 y 740 y con aguada amarilla, la zona que está por encima de la cota 740.

Las aguas en los antiguos depósitos alcanzan una cota que, referida al nivel del mar, es de 690,50 metros; hay puntos en el ensanche de Madrid cuyas cotas se elevan hasta 710 y aun 715 metros, y si la población se extendiera en dirección á Chamartín, como parece desprenderse de las edificaciones que se están llevando á cabo en las inmediaciones de la línea de tranvía recientemente establecida del Hipódromo á Chamartín y por la carretera de Madrid á Irún, habrá edificios situados á la cota de 720 metros y aún mayores.

Para establecer un servicio que responda á las necesidades de un buen abastecimiento, sin depósitos elevados, sería indispensable que los nuevos

depósitos de distribución que se construyeran para que el agua llegara rodada á todas partes con la presión necesaria, estuviesen colocados por encima de la cota 740.

El examen del plano acotado que acompañamos, demuestra bien claramente que el terreno de los alrededores de Madrid tiene una cota inferior á la que hemos deducido, y que para establecer depósitos á la expresada cota, sería preciso situarlos hacia el kilómetro 16 de la carretera de Madrid á Colmenar, ó sea á unos 13 kilómetros del punto de donde arrancan las arterias de distribución.

Ahora bien: teniendo que alejarnos unos trece kilómetros del punto de donde arrancan las arterias de distribución de la zona elevada, con objeto de llegar á este punto con la carga correspondiente á 740 metros, debemos tener en cuenta la pérdida de cargas que sufre el agua desde el punto donde debe situarse el nuevo depósito de distribución, y ésta, como veremos más adelante, es de 18,59 metros.

El nuevo depósito que se estableciera en el kilómetro 16 de la carretera de Madrid á Colmenar tendría, pues, que estar á la cota de 758,59.

De modo que tendríamos que conducir primero las aguas á este punto de cota 758,59, establecer en él un depósito regulador, y, por último, llevar estas aguas á las arterias de distribución hoy establecidas.

Para conducir las aguas á la cota 758,59, se pueden adoptar dos soluciones: una que consiste en conducir las á presión forzada desde la zona superior del canal transversal, que está á la cota 871 á la 758,59 que hemos designado, y la otra construir un nuevo acueducto paralelo al actual, pero con altura suficiente para que las aguas vengan á parar á la cota 758,59 escogida.

Si examinamos la primera solución, tendremos entre la cota 871 y 758,59 un desnivel de 121,41 metros.

La distancia de conducción no resultaría menor de 46 kilómetros, de modo que podríamos disponer de una pérdida de carga de 0,00244. Como se trata de una conducción forzada que habría de estar sometida á cargas de importancia y ha de ir enterrada, no debe pensarse en emplear otro material que la tubería de fundición. Partamos del supuesto de que al dar comienzo á los trabajos sólo pensemos en conducir 500 litros por segundo. Con la pérdida de carga supuesta, necesitaríamos establecer un tubo de 800 milímetros de diámetro interior.

Un tubo de este diámetro, de fabricación ordinaria, pesa 400 kilogramos por metro lineal, y aunque en este caso, teniendo en cuenta las presiones á que pudiera estar expuesta la tubería, probablemente tendríamos necesidad de usar tubos reforzados y, por lo tanto, de mayor peso, sin embargo, supondremos que no se necesita tubería especial.

El precio de la tonelada de tubería de fundición ordinaria es, puesta en la estación de Madrid, de 265 pesetas; el precio del metro lineal de tubería de 800 milímetros, será de 106 pesetas, y teniendo en cuenta la distancia de transporte de los tubos, apertura de zanja, colocación del tubo, emplome, relleno de zanja, etc., y si además agregamos las obras de fábrica que sea preciso realizar, llaves, ventosas, etc., dado lo accidentado del terreno que tendríamos que atravesar, resultaría con seguridad un precio superior á 150 pesetas por metro lineal. Como la distancia es de 46.000 metros, la instalación ascendería á 6.900.000 pesetas, y el día que necesitaríamos conducir 2.000 litros, cuatro veces más, y además perderíamos toda la fuerza que se desarrolla con ese caudal en el salto de agua construido. Solución inadmisible.

Si adoptamos la segunda solución de construir un nuevo acueducto, para conducir el agua á la cota de 758,59 metros, tendremos que construir este acueducto desde un punto situado en la tubería de bajada del salto de agua del canal transversal. Como el punto de la cota 758,59 está á unos 40 kilómetros de la unión del canal actual con el canal transversal, y de éste á la casa de máquinas hay más de cinco kilómetros, la longitud del nuevo acueducto sería por lo menos de 46 kilómetros, y tomando como desnivel perdido en la conducción el que pierde el canal actual, tendremos una pérdida de nivel de 31 metros, de modo que la cota á la que llegaríamos á la tubería de bajada del salto de agua sería de 789,59; como la cota del acueducto superior es de 871, nos quedaría un desnivel aprovechable de 81,41 metros, y para utilizarlo tendríamos que construir una segunda casa de máquinas con su correspondiente depósito de contraregulación, lo que complicaría extraordinariamente la explotación, habiendo perdido además la fuerza representada por la diferencia de $150 - 81,41 = 68,59$.

A este nuevo acueducto tendríamos que darle la sección necesaria para todo el caudal que puede llegarse á consumir en la zona alta, y su coste no sería menor de 9 á 10 millones de pesetas, empleando para su construcción el hormigón armado. Si á esto agregamos la construcción de la nueva casa de

máquinas, etc., todo esto representaría un gasto que excedería de 10 á 12 millones de pesetas. Una vez conducida el agua á la cota 758,59 necesitaríamos establecer en él un depósito regulador cuyo coste no podríamos calcularlo en menos de dos millones de pesetas.

Construido este depósito y conducidas las aguas á él, sería preciso pensar en conducir estas aguas á presión forzada desde ese punto á Madrid. Partiendo de la base de un consumo medio por ahora de 500 litros por segundo, la arteria que se colocara debería tener capacidad suficiente para conducir el caudal que se consuma en las horas de máximo consumo, y éste no puede suponerse menor del doble del consumo medio, ó sea mil litros por segundo; esto nos obligaría á colocar una tubería con capacidad para conducir este caudal.

Las tablas de Darcy, con la pérdida de carga de 0,00143 para conducir mil litros por segundo, dan para el tubo un diámetro de 1.200 milímetros.

Para establecer el servicio en Madrid hasta empalmar con las arterias principales que hay construídas y se están construyendo en la zona elevada, no se puede pensar en un diámetro mayor tratándose de tuberías de fundición, y menos si han de ir enterradas.

Para conducir sólo mil litros necesitamos establecer un tubo de 1.200 milímetros de diámetro en una longitud de unos 13 kilómetros.

Como la pérdida de carga es de 0,0014 en trece kilómetros, resultará de 18,59, es decir, que en las horas en las que el consumo del agua llegue á mil litros, para que á la entrada del agua en las arterias actuales de distribución tengan la carga correspondiente á la cota 740, será preciso que el depósito esté á la cota 758,59, que es la cota á que hemos supuesto se debe establecer.

Vamos á calcular el coste de la tubería que necesitaríamos colocar; su diámetro hemos dicho que debe ser de 1.200 milímetros.

Supongamos que un tubo de fabricación ordinaria sea suficiente para soportar las presiones á que pueden estar sometidas (es decir, sin reforzar los espesores).

El peso por metro lineal de un tubo de 1.200 milímetros de diámetro es de 820 kilogramos. El precio de la tonelada puesta sobre vagón en la estación de Madrid, es de 265 pesetas, y por tanto, el precio del metro lineal será de 216; á este precio es preciso agregar el transporte desde la estación de Madrid al pie de obra, y luego tener en cuenta la apertura de la zanja, colocación del tubo, emplome, relleno de zanjas, etc., y si además agregamos llaves, ven-

tosas, etc., que es preciso colocar, el precio por metro lineal no será menor de 300 pesetas, esto, para distribuir 500 litros por segundo. El coste desde el depósito á Madrid, calculando sólo á 300 pesetas por metro lineal, resultaría de 3.900.000 pesetas, y si á esto agregamos el coste de los 3.200 metros de galería que será preciso construir, porque tubos de este diámetro no pueden establecerse enterrados en cuanto se llega á zona urbanizada, el coste del establecimiento de una arteria para conducir 500 litros de consumo medio no puede calcularse en menos de 5 millones de pesetas, y si algún día necesitamos distribuir 2.000 litros por segundo, el coste resultará de 20 millones de pesetas; si á esto agregamos la construcción del depósito de distribución y el coste de conducir las aguas, á la cota 758,79 llegaremos á un presupuesto que excedería de 30 millones.

En resumen: deducimos, que adoptando esta solución para conducir 2.000 litros por segundo, necesitaríamos gastar más de treinta millones de pesetas, y en Torrelaguna sólo se utilizaría un desnivel de 81,41 en vez de 150 que hoy se utiliza para el desarrollo de la fuerza.

Es claro que el gasto que necesitaría realizarse para conducir los primeros 500 litros por segundo, no sería la cuarta parte de la cantidad que hemos calculado, porque la conducción general hasta el depósito de distribución, este depósito y la galería donde han de alojarse las arterias de conducción, tendrán que construirse de la magnitud necesaria para conducir todo el caudal que deba suponerse que se llegue á consumir en la zona elevada, lo que nos daría un gasto de más de 17 millones de pesetas.

Ya hemos visto, al tratar de la presa de Puentes Viejas, que en las experiencias hechas hasta hoy en el canal actual, éste puede conducir un caudal de 3.000 litros por segundo; como el consumo actual de Madrid es de 2.000 litros, en algunos años no necesitaremos pensar en construir un nuevo acueducto. Por el actual podremos conducir el caudal que se consuma en la zona elevada, de modo que el gasto que necesitaremos realizar para elevar 500 litros por segundo de las aguas conducidas por el canal actual, estará representado por la construcción de una zanja de aspiración, un depósito elevado y la central de máquinas con su material de bombas, etc.

Todo esto está ya construído, y el gasto hecho no llega á 700.000 pesetas; claro es que al interés y amortización de este capital tendremos que agregar los gastos que originen el consumo de la energía eléctrica que se utiliza; pero

debemos advertir que con esta solución en la Central de Torrelaguna utilizamos un desnivel de 150 metros, mientras que con la otra solución sólo podríamos utilizar 81,41 metros, y es indudable que con la diferencia quedará compensado con exceso el valor de la energía consumida.

Los datos apuntados demuestran bien claramente que, dada la topografía de Madrid y sus alrededores, es mala la solución de pensar en conducir para la zona elevada aguas rodadas. El Sr. Montalvo, que hizo el estudio sin perjuicio alguno, lo confirmó, y dice que no es esta la solución que debe adoptarse.

Es indudable que, si en vez de pensar en conducir para la zona elevada el caudal que se necesita para todos los servicios municipales (y en la forma que el Municipio de Madrid gasta el agua), establecimientos públicos del Estado y provinciales, establecimientos de beneficencia, casas de alquiler barato, servicios que nada ó muy poco rinden, sólo pensaremos en traer unos cuantos litros para distribuirlos en las casas de alquiler elevado y la distancia de conducción fuera menor, podríamos acaso establecer una tubería que con relativa pequeña sección conservara la carga necesaria para la zona elevada; pero éste no es el problema que compete resolver al Canal de Isabel II, porque el Canal se ha constituido para atender á todas las necesidades que el abastecimiento de agua de todo el término municipal de Madrid pueda exigir, y como el consumo de la zona elevada hoy es de consideración, y en el porvenir será mucho mayor, es preciso que las obras se planteen con la amplitud necesaria.

Si no existiera obra alguna ejecutada y se pensara ahora por primera vez en conducir aguas á Madrid, pero con el desarrollo que hoy la población tiene, es fácil que acaso hubiera sido conveniente aprovechar para el depósito de distribución una cota un poco más elevada, lo que hubiera reducido algo la extensión de la zona alta, pero puede afirmarse que el abastecimiento de toda la zona del ensanche siempre hubiera exigido establecer algún depósito elevado, como procedimiento más ventajoso técnica y económicamente.

Este problema, que en caso de no existir obra alguna realizada hubiera tenido sus dificultades y su resolución hubiera podido dar lugar á algunas discusiones, hecho el canal actual y todas las obras anexas á él, no admite más que una solución lógica y natural, que es, el establecimiento de los depósitos elevados tal cual se han construido y el aprovechamiento total del salto de agua del canal transversal, que suministrará una fuerza muy supe-

rior á la que pueda ser necesaria para abastecer de agua á presión á toda la zona elevada.

La cota del agua en el depósito antiguo de distribución hemos dicho que es de 690,50 metros; por lo tanto, con este depósito queda bien servida toda la zona del plano que está sin aguada, que tiene como carga mínima 20 metros. La zona comprendida por la aguada azul clara ha estado hasta ahora servida con los depósitos antiguos, pero para garantizar una mayor regularidad en la presión, ahora se ha incluido en la zona elevada.

Los depósitos elevados surten en muy buenas condiciones de presión toda la parte comprendida por las aguadas azul claro y azul fuerte, y aun alcanza el servicio que presta el depósito elevado á toda la zona de carmín claro, aunque á esta última en condiciones más irregulares, pero creemos que puede servir bien toda la parte comprendida dentro del término municipal de Madrid.

Si Madrid se ensancha en el porvenir por la parte de Chamartín, será preciso establecer una nueva zona elevada que comprenderá la indicada con las aguadas carmín claro y fuerte; entonces, para surtir esta zona sería preciso construir un nuevo depósito elevado de menor capacidad y con la altura indispensable, pudiendo para este objeto utilizar el punto que se designa en el plano con la letra X, por estar situado encima del acueducto general de conducción.

En resumen: en el plano quedan perfectamente definidas las tres zonas: la primera, que está sin aguada, que queda surtida hoy por los antiguos depósitos; la segunda, que comprende toda la marcada con aguadas azules, que queda bien servida por el actual depósito elevado, debiendo advertir que toda esta zona, desde el año 1860, en el que dieron comienzo las obras de ensanche, se ha servido con agua del Lozoya tomada de los antiguos depósitos y de la acequia del Este, elevándola en los puntos en los que por la irregularidad ó falta de carga no llegaba á los pisos altos, y la tercera, que comprende la parte marcada con aguada carmín, que exigirá en su día la construcción de un nuevo depósito elevado.

El día 10 de Noviembre último se dió comienzo á distribuir agua en la zona que hemos expuesto, con un depósito elevado y una central de máquinas ó bombas movidas por motores eléctricos, que han venido á sustituir á los motores individuales que han funcionado para elevar el agua del Lozoya en todo el ensanche de Madrid; el servicio establecido es suficiente hoy, pero

para mayor garantía y tener todo género de seguridades, es conveniente proceder, desde luego, á la construcción de un segundo depósito completamente igual al primero. El coste de esta obra es de 356.535,87 pesetas.

Por razones expuestas, al ocuparnos del tercer depósito hemos reducido el presupuesto de esta obra al necesario para habilitar dos de los cuatro compartimientos en que está dividido.

También creemos que, construido un segundo depósito elevado, pueden los dos prestar todo el servicio que en la zona elevada pueda ser necesario en muchos años, puesto que la capacidad de conducción á que puede llegarse, será muy grande.

Tercera sección.

A esta sección corresponde todo lo que afecta al servicio de distribución de aguas.

Los trabajos esenciales se realizaron en el primer período de ejecución de las obras; se construyeron las galerías necesarias para alojar las arterias de distribución y la red de distribución correspondiente.

Debemos advertir que Madrid, en aquella época, no contaba más que con 200.000 habitantes, ni la higiene pública ni la privada estaban tan desarrolladas como están hoy; el consumo por día y habitante era muy inferior al que hoy se considera necesario, y, además, la extensión superficial que ocupaba la población era mucho menor.

Todo esto hace comprender que, por grande que fuera la previsión de los ingenieros que se ocuparon de organizar este servicio, no pudieron adivinar el aumento rápido de población que Madrid ha tenido, y aun suponiendo que pensarán en él, era difícil saber de antemano en qué direcciones llegaría á extenderse en el porvenir y no era posible que se aventuraran á hacer gastos extraordinarios que luego llegaran á ser inútiles.

Todo ésto ha dado lugar á que cuando Madrid ha triplicado el número de sus habitantes, ensanchándose además de manera extraordinaria, las necesidades del consumo de agua sean mayores y la red de distribución establecida en aquella época, resulte hoy muy deficiente.

En el plano que acompañamos, aunque en escala demasiado reducida para formar juicio de un servicio de esta índole, hemos indicado con línea

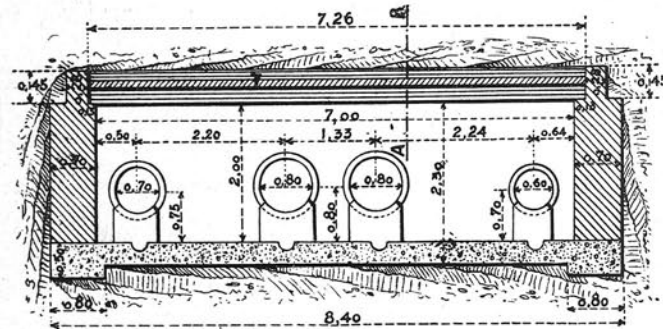
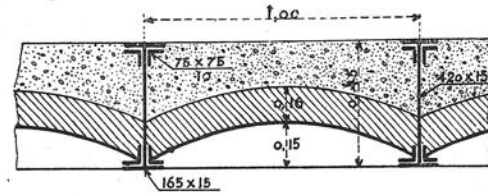


Fig. 93.—Sección de empalme de los depósitos elevados con las arterias de distribución de la zona elevada.

Sección por A. B.



Cantidades gastadas en la segunda sección.—El siguiente cuadro pone de manifiesto las cantidades gastadas en esta segunda sección desde la nueva organización de los servicios del Canal y las que deben invertirse aún.

	CANTIDADES GASTADAS — PESETAS	CANTIDADES QUE FALTAN INVERTIR — PESETAS	TOTALES — PESETAS
Zanja de aspiración.....	181.436,67	»	181.436,67
Depósito elevado	356.535,87	»	356.535,87
Tercer depósito.	Obras accesorias.	»	200.557,55
	Galería de tubos.	»	188.437,19
	Cubierta	»	1.400.000,00
	Solera	»	700.000,00
Un nuevo depósito elevado.....	»	356.535,87	356.535,87
Central de bombas	Explanaciones...	»	32.787,24
	Edificios	78.394,00	104.811,88
	Maquinaria	»	154.990,72
TOTALES	986.172,40	2.689.920,59	3.676.092,99

azul continua las calles por donde pasan las arterias de distribución entonces establecidas. (1)

Hasta la nueva organización de los servicios del Canal de Isabel II en

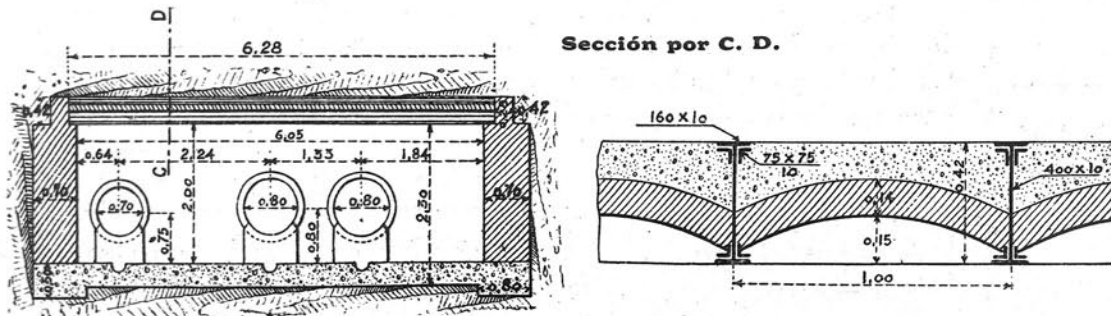


Fig. 94.—Sección en la calle de Santa Engracia desde los depósitos elevados hasta la calle de Abascal.

1097, los trabajos realizados se limitaron á ir colocando tuberías, unas por cuenta del Canal y algunas por el Ayuntamiento, para ir dotando de agua á las zonas por las que Madrid se iba ensanchando, y así resultaba que en muchos puntos la presión era deficiente, unas veces por exceso de cota de los puntos que se trataba de abastecer, y otras por la pérdida de cargas ocasionadas por un excesivo aumento de consumo.

A salvar todas estas dificultades y deficiencias tienden las obras que se están realizando dentro de Madrid, y á este fin se han construido y se están construyendo las que se consideran necesarias.

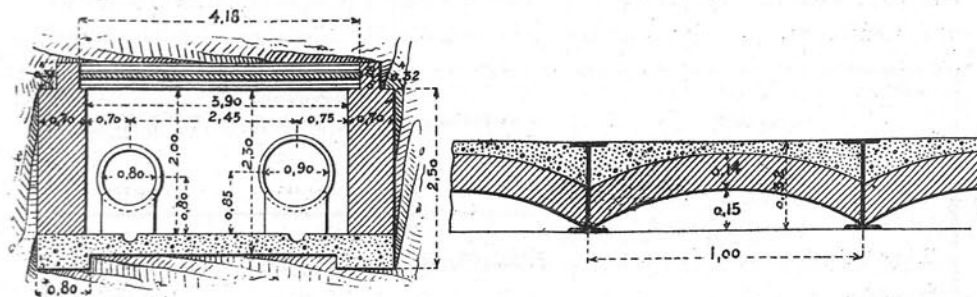


Fig. 95.—Sección en la calle de Santa Engracia entre la calle de Abascal y la de Caracas.

(1) Por error cometido al grabar el plano, se indica en él una arteria que partiendo de la Puerta del Sol por la calle de Alcalá termina en la Plaza de Castelar, debiendo partir de la Puerta del Sol por la Carrera de San Jerónimo para terminar en la Plaza de Cánovas.

Con línea azul de trazo y punto hemos señalado en el plano las nuevas arterias de alimentación de la red, que van colocadas dentro de galerías. De éstas, la mayor parte tienen por objeto surtir á la que hoy llamamos zona elevada, y una, que es la que, arrancando de la calle de Santa Engracia, va por la Plaza de Alonso Martínez, calle de Génova, Paseo de Recoletos, Paseo del Prado, Botánico, Estación del Mediodía, calle de Santa María de la Cabeza, tiene por objeto alimentar la zona baja y evitar las excesivas pérdidas de carga que en dicha zona existen.

Las secciones adoptadas se ven en los grabados números 93 al 99.

En cuanto se ultiima la construcción de una galería, se coloca en ella la arteria correspondiente y se establece la red de distribución complementaria, poniéndola inmediatamente en servicio.

Son estos, trabajos que no pueden desarrollarse más que con una amplitud limitada, y á pesar de procurar salvar las dificultades con las menores

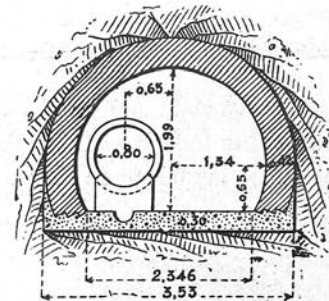


Fig. 96.—Sección en las calles de Caracas, Marqués del Riscal, Paseo de la Castellana, calles de Lista, Serrano y Ayala, hasta Príncipe de Vergara.

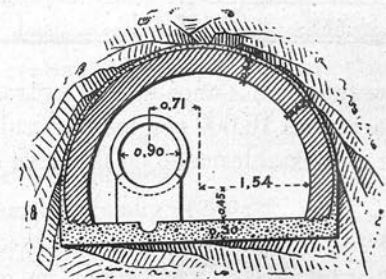


Fig. 97.—Sección en las calles de Bravo Murillo, Abascal, Santa Engracia, Plaza Alonso Martínez, Génova, Paseo de Recoletos, del Prado, Botánico y Santa María de la Cabeza.

molestias posibles para el público, dan siempre lugar á queja, sin comprender que todas estas molestias inevitables, redundan siempre en beneficio del vecindario.

En el siguiente cuadro aparece la cantidad de tubería que hoy existe en Madrid en servicio.

De estas tuberías, las de diámetro de 1,25 á 0,45 metros inclusive van en galerías y enterradas las de diámetro menor.

DIÁMETROS		LONGITUDES		OBSERVACIONES
METROS	CM.	METROS	CM.	
De 1	25	496	»	En esta relación están incluídas todas las tuberías de la nueva Red del barrio de Salamanca.
» 0	90	630	»	
» 0	85	5.656	»	
» 0	80	2.700	»	
» 0	60	1.871	»	
» 0	45	2.716	»	
» 0	35	3.989	»	
» 0	30	9.900	»	
» 0	25	8.359	»	
» 0	20	15.716	»	
» 0	15	22.639	»	
» 0	12	27.657	»	
» 0	10	31.728	»	
» 0	08	10.355	»	
SUMAN.....		154.412	»	

Existen además unos 40.000 metros de tubería colocada por el Ayuntamiento y unos 18.000 por los particulares, sin contar toda la red de tubería que se está estableciendo en la nueva distribución de las bocas de riego.

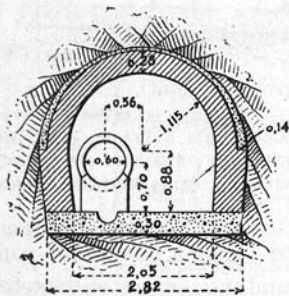


Fig. 98.—Sección entre los depósitos elevados de los Cuatro Caminos.

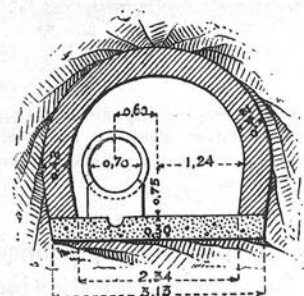


Fig. 99.—Sección entre los depósitos elevados y calles de Santa Engracia, Abascal al barrio del Lozoya.

Para que la red general de distribución pueda quedar en buenas condiciones, es preciso instalar aún unos 150.000 metros lineales de tubería de diversos diámetros.

Cantidades gastadas en la tercera sección.—Las cantidades hasta hoy invertidas en esta tercera sección, desde la nueva organización del Canal de Isabel II y las que deben invertirse aparecen en el siguiente estado.

	OBRA EJECUTADA	OBRA POR EJECUTAR	PRESUPUESTO TOTAL
I Galerías (red nueva).....	1.303.335,37	2.696.664,63 (¹)	4.000.000,00
II Tuberías » »	963.139,37	5.836.860,63	6.800.000,00
III Obras complementarias (red actual).....	(²) 37.676,39	962.323,61	1.000.000,00
TOTALES.....	2.304.151,13	9.495.848,87	11.800.000,00

NOTAS.— (1) El presupuesto total de galerías supone una baja respecto al formulado en 1910 de 600.000 pesetas, dada casi en totalidad por las subastas verificadas.
(2) Esta cifra comprende á la nueva instalación de tuberías hecha en la Plaza de Oriente.

Resumen de las cantidades gastadas desde la nueva organización de los servicios del Canal.—De los datos expuestos deducimos el siguiente estado resumen de las cantidades gastadas y las que aún deben invertirse para completar el plano de obras en las tres secciones en las que están divididos los servicios del Canal.

	CANTIDADES GASTADAS — PESETAS	CANTIDADES QUE DEBEN INVERTIRSE — PESETAS	TOTALES — PESETAS
Primera Sección	8.204.951,97	7.346.296,00	15.551.247,97
Segunda »	986.172,40	2.689.920,59	3.676.092,99
Tercera »	2.304.151,13	9.495.848,87	11.800.000,00
TOTALES.....	11.495.275,50	19.532.065,46	31.027.340,96

Situación económica.

Los ingresos obtenidos en 1911 pueden calcularse en 2.400.000 pesetas en números redondos, que con los obtenidos en 1906 representan un aumento de más de 650.000, lo que equivale á un aumento anual de 130.000 pesetas.

Existe otro factor que puede dar al Canal ingresos de importancia y es la venta de la energía desarrollada en la Central Hidroeléctrica de Torrelaguna.

Uno de los puntos más difíciles de concretar hoy es el valor que se puede asignar á la energía eléctrica una vez transportada á Madrid.

Existen en Madrid una serie de Sociedades de índole distinta que han invertido grandes capitales para disponer de energía eléctrica, y como la marcha de estas Sociedades no está normalizada, desconocemos en absoluto los elementos con que cada uno cuenta, hallándonos imposibilitados de poder deducir el valor medio que debe asignarse á la energía vendida.

Hoy no se aplica la energía eléctrica en Madrid más que al servicio de alumbrado; la fuerza que se dedica á las grandes y pequeñas industrias es muy limitada, mientras que en otras poblaciones y, especialmente, en las que se puede disponer de energía hidroeléctrica, no hay industrial que no disponga de un motor para su servicio.

Dada la lucha que entre las Sociedades establecidas en Madrid existe, los precios á que se ofrece la energía eléctrica tienen forzosamente que ser ruinosos para la vida de éstas.

La energía que el Canal puede desarrollar no se limitará á una fuerza media de 3.000 HP., sino que puede llegar á desarrollar, como hemos dicho en esta Memoria, hasta 6.000 y aun 9.000, ó sea 6.624 kilovatios.

El día que el Canal llegara á vender en la Central receptora 2.000 kilovatios á 5 céntimos el kilovatio-hora, como en veinticuatro horas representa 48.000 kilovatios-horas, llegaría á obtener un ingreso al año de 876.000 pesetas.

Lo expuesto anteriormente no tiene otro objeto ni otro alcance que dar idea de la importancia y valor de este elemento, del que el Canal dispondrá en breve plazo, y llevar así al convencimiento de todos los vecinos de Madrid el que, dados los ingresos que hoy obtiene el Canal con la venta del agua y á los que puede aspirar con la venta de la energía eléctrica, puede muy bien

llegar á tener en plazo inmediato un ingreso bruto de 3.000.000 de pesetas, y como con esta cifra, consideramos que puede dar cima al desarrollo de todas las obras que puedan ser necesarias en el porvenir para que Madrid quede dotado de un servicio de abastecimiento como pueda estar la mejor ciudad del mundo, los excesos de ingresos que se obtengan sobre la cifra de tres millones de pesetas, podrían dedicarse á reducir los precios de la tarifa de la venta de agua hoy en vigor.

Purificación de las aguas.

Con la realización total de las obras propuestas, se consigue poner el río Lozoya en condiciones de poder derivar de él, 6.000 litros por segundo en todo tiempo, que estas aguas lleguen á Madrid, y que en Madrid estén en condiciones de ser distribuidas, para que, con la presión necesaria lleguen á todos los puntos de su término municipal.

Como hemos dicho al principio de esta Memoria, así sólo se resuelve una parte del problema de un buen servicio de abastecimiento de aguas.

Con las obras realizadas y especialmente con el canal transversal, hemos hecho casi en absoluto desaparecer las turbias y que, á partir de la presa del Villar no pueden ser inficionadas, lo que representa una mejora sobre el antiguo servicio, pero en toda la parte de la cuenca del Lozoya, comprendida entre el origen del río y la presa del Villar; las aguas discurren por la superficie, y por lo tanto, recogen y arrastran en su curso los gérmenes que encuentran en su camino. Estas aguas, pueden en un momento dado arrastrar algún germen patógeno y perder sus condiciones de potabilidad. ¿Cómo puede evitarse esto?

Es el problema del día, sobre todo en poblaciones importantes, porque todas ellas se ven precisadas á utilizar aguas de río, y el peligro, aunque en diferentes proporciones, siempre existe.

No cabe la menor duda; la experiencia de más de medio siglo y los frecuentes análisis que se realizan en el Laboratorio municipal é Instituto de Alfonso XIII, así lo han comprobado; son poquísimas las poblaciones y acaso ninguna que disponga de un río como el Lozoya para su abastecimiento, porque además de suministrar aguas de una composición química inmejorable, su situación topográfica, su altura respecto al nivel del mar y la posición especial de su cuenca, sobre todo á partir de la presa del Villar, hace que las aguas de este

rio, y que en Madrid se utilizan en todas partes, no suelen llevar gérmenes patógenos, y si éstos se han encontrado alguna vez por encima del embalse en las inmediaciones del pueblo de Buitrago, han desaparecido, sin duda, por el efecto de auto-depuración que el embalse produce, pero esta no es suficiente garantía para prescindir de adoptar las medidas que sean necesarias.

Lo más seguro y lo más radical sería someter las aguas que salen de la presa del Villar á una depuración bacteriológica; pero ¿cuál procedimiento puede asegurar una depuración absoluta y constante?

Es éste un punto que aún no se ha resuelto; existen varios: la esterilización por medio del ozono, por los rayos ultra-violeta, por filtración, etc., etcétera, pero tratándose de grandes masas de agua, resultan económicamente difíciles, por no decir imposible, y además ninguno de ellos ha recibido todavía la sanción completa de la ciencia y de la práctica.

Los que los explotan como negocio industrial los proclaman, naturalmente, inmejorables; sin embargo, no por eso dejan de ser muy discutidos.

No siendo el estado general de las aguas que se toman en el embalse del Villar el que estén contaminadas con gérmenes patógenos, sino un estado excepcional, si las sometemos á un procedimiento de esterilización constante, nos exponemos á gastar sumas considerables con resultado acaso dudoso.

El medio más eficaz para asegurar la pureza de las aguas empleadas para el abastecimiento de una población, consistiría indudablemente, y en ello estamos todos de acuerdo, en impedir el que ellas se contaminen con gérmenes patógenos, en lugar de depurarlas después de que esto ocurriera.

Así lo han comprendido con su admirable sentido práctico los ingleses que han resuelto de manera radical el problema, adquiriendo los terrenos de la cuenca hidrográfica del río designado para el abastecimiento y convirtiéndolos en un amplio desierto ó, mejor aún, en un gran bosque perfectamente ordenado y con exclusión de toda habitación humana. ¿Es esto posible en la cuenca del Lozoya?

Vamos antes á reseñar las ventajas de convertir en un gran bosque la cuenca, para luego estudiar la posibilidad de realizarlo, y para esto expondremos, en primer término, lo que el Ingeniero Jefe de Montes, D. Carlos Mazarrero, dice en su Memoria "La cuenca de abastecimiento del Canal de Isabel II y medios para aumentar y regularizar su caudal".

El monte influye de una manera marcadísima en la frecuencia de las llu-

vias en verano, en la constancia del gasto de los manantiales y en la pureza de las aguas.

En cuanto al aumento que produce el monte con relación á un terreno exento de árboles, se citan casos como el expuesto por Mathieu, quien ha demostrado que la capa de agua recogida es de 15 centímetros más alta en los montes próximos á Nancy que la obtenida fuera del monte, y las investigaciones de Ebermayer, en Baviera, y de Ototzky y otros, en Rusia, han confirmado el resultado. Este aumento es de tal importancia que representaría un aumento de una cuarta parte del caudal precipitado en el valle del Lozoya, con lo que se conseguiría que su caudal medio mínimo de 6.000 litros por segundo se convirtiera en 7.500, regularizando además el curso del río por el aumento del caudal de estiaje.

Es, además, el monte un perfecto purificador de las aguas, considerando salubres por todos los higienistas las que de él y de los eriales procedan, mientras que reconocen la imposibilidad de asegurar su pureza en los lugares agrícolas y habitados. Con el fin de dedicarlos á perímetros de protección del abastecimiento y conservación de la pureza de las aguas, Viena ha adquirido más de 10.000 hectáreas; Birmingham, 17.000; Manchester, la cuenca del lago Thirlmere y Liverpool, Glasgow, Edimburgo, etc., extensiones análogas en las que se mantiene cuidadosamente el monte y el erial, evitando habitaciones y rebaños.

La autodepuración de las aguas por el suelo forestalmente cubierto es considerada, en general, como debida á una simple filtración; pero en la mayor parte de los suelos forestales, muy superficiales y que rara vez alcanzan 1,50 á 2 metros de profundidad, á la que cesa bruscamente la filtración microbiana, al menos de los aerobios (O. Fraenkel), la filtración sola parece absolutamente insuficiente para asepticar las aguas. El oxígeno del aire penetra lentamente con las aguas de infiltración, destruye por combustión lenta ó eremacausia las materias orgánicas del suelo y, sobre todo, exalta la vitalidad y la proliferación de los microbios aerobios fertilizadores, produciendo el efecto contrario en los anaerobios patógenos. A causa de la concurrencia vital, estos anaerobios, inútiles á las plantas, son eliminados ó transformados después de haber perdido su virulencia, en auxiliares de los aerobios (Fabre). Así el *Bacillus typhosus* es neutralizado en los cultivos por el *B. coli*; introducido en el agua pura en presencia de éste, aquél se elimina rápidamente (Watelet). El suelo, espontáneamente cubierto, aireado, higroscopizado y trabajado por nu-

merosos organismos animales y vegetales, es un medio de transformaciones químicas y biológicas, lentas pero permanentes, que destruyen las bacterias patógenas y purifican el agua.

Asimismo, el monte depura el aire fisiológicamente, exhalando oxígeno y emanaciones balsámicas, y mecánicamente reteniendo en su red de tallos, ramas y hojas el polvo y los gérmenes morbosos, que pierden su virulencia por la acción de la luz y la desecación.

En resumen: el monte es un condensador de los vapores atmosféricos, un depósito vivo, un regulador y un purificador de las aguas, y por él se lograrán todas las condiciones exigidas para un buen abastecimiento de aguas potables. Se impone, pues, la repoblación de la cuenca del río Lozoya que afecta al abastecimiento de aguas de Madrid.

¿Cómo se consigue lo que acabamos de exponer? No es fácil el problema, pero tenemos el convencimiento pleno de que el Canal de Isabel II tiene sobrados elementos para dar cima á esta empresa, si sus servicios se organizan en tal forma que en su explotación se obtengan todas las ventajas que deben y pueden obtenerse.

Dada la trascendencia que tiene todo lo que á la cuenca del Lozoya afecta para la salubridad de Madrid, el Canal de Isabel II ha dado comienzo á realizar aquellos trabajos más urgentes para evitar en cuanto cabe que las aguas del río Lozoya se contaminen, y á este fin, teniendo en cuenta que el pueblo de Buitrago es el que está situado en las condiciones topográficas más peligrosas para influir directamente en la contaminación de las aguas, se están terminando las obras de aislamiento general del pueblo y evitar que los vecinos tengan necesidad de bajar al río á recoger agua para beber, abreviar los ganados, lavar la ropa y que las aguas de lluvia que discurren por sus calles viertan directamente en el río; á este fin se ha dado comienzo á la colocación de una tubería de fundición para derivar del río el caudal necesario al establecimiento, dentro del pueblo, de una fuente, un abrevadero y un lavadero. Una vez utilizadas estas aguas en el lavado de ropas, etcétera, volverlas á recoger para conducir las en unión de las que procedan de las lluvias, á campos de depuración expresamente preparados para filtrar estas aguas antes de verterlas en el río. Estas mismas obras se realizarán en todos aquellos puntos donde el estudio que se está haciendo demuestre su necesidad.

Dada la influencia que sobre las aguas ejerce el embalse del Villar por

los efectos de auto-depuración que produce, el día que esté construido el embalse de Puentes Viejas, obtendremos otra gran mejora, porque además de garantizar un aumento de caudal que ha de ser necesario en el porvenir, aumentará los efectos de auto-depuración.

Otro hecho interesante debemos hacer constar, y es que puesto en servicio el depósito elevado, acompañamos al doctor Mendoza, afecto al servicio del Instituto bacteriológico de Alfonso XIII, á recoger muestras de agua; unas se tomaron á la salida del segundo depósito en la arteria de distribución de la zona baja, y otras después que las aguas del segundo depósito habían pasado por la bomba centrífuga y por el depósito elevado; dichas aguas, tomadas el mismo día y en idénticas condiciones, dieron por resultado que, después de pasar por la bomba centrífuga, habían perdido un 50 por 100 de las bacterias que contenían.

Este hecho viene á comprobar lo que expusimos en la Memoria redactada el año 1908, en la que dábamos cuenta de cuanto Mr. Imbeaux exponía en su tratado de Saneamiento de las ciudades, y decíamos que quizá podría conseguirse la asepsia de las aguas dedicadas á la bebida, sometiéndolas á los efectos de la fuerza centrífuga.

El día que esté ultimado el salto de agua del cuarto trozo, como las aguas entrarán en las turbinas con una carga de 150 metros, es de esperar que se produzca aún mayor efecto.

Con estas obras y una buena inspección se conseguirá mejorar extraordinariamente las condiciones de potabilidad de las aguas, pero es preciso no limitar á esto sólo nuestra acción, es necesario ir adquiriendo en la cuenca del Lozoya zonas de defensa y convertirlas en monte, para que se garantice más y más la pureza de dichas aguas.

Para ésto, deberán practicarse análisis frecuentes de las aguas del Lozoya y sus afluentes dentro de la cuenca que abastece á Madrid, lo que permitirá determinar cuáles son las zonas de protección que deben irse adquiriendo y el orden de prelación que debe seguirse, teniendo en cuenta que estos trabajos no pueden llevarse á cabo inmediatamente por dificultades que siempre hay que vencer, y porque es preciso contar con recursos que no se improvisan.

Determinadas las zonas de protección que debemos ir adquiriendo, es preciso contar con el Cuerpo de Ingenieros de Montes, especialmente el personal que hoy se ocupa por cuenta del Estado de la repoblación de esta parte

de la provincia, ó sea la cuarta División Hidrológico-forestal, que se halla en condiciones para, de acuerdo con la Dirección técnica del Canal, dar cima á este punto de vital interés para Madrid.

Lo primero que es necesario adquirir son los terrenos próximos á los dos embalses, en la extensión mayor posible, para convertirlos en monte, ampliando luego la zona de protección por ambas márgenes del río en el orden y magnitud que los estudios que se vayan haciendo lo determinen.

Ya el Excmo. Sr. Ministro de Fomento, de acuerdo con el Consejo de Ministros, y por iniciativa del Sr. Madariaga, Ingeniero jefe de la cuarta división Hidrológico-forestal, ha declarado de utilidad pública la adquisición de 2.000 hectáreas próximas á los dos embalses, el del Villar y el en proyecto de Puentes Viejas, para los efectos de la expropiación.

Hemos consignado en Memorias anteriores, que la desamortización forestal fué causa de la formación de torrentes en la cuenca del Lozoya, y que ésta era la única causa de las turbias; por lo tanto, la adquisición inmediata de la zona de protección y la conversión de esta zona en monte evitarían que en los embalses y por encima de ellos se viertan aguas turbias al río, que Madrid disfrute de aguas completamente claras, y que la cuenca vaya progresivamente adquiriendo todas las condiciones que necesita para que sus aguas resulten también puras, bacteriológicamente consideradas.

Hay que tener, además, en cuenta, que todo el capital que se dedique á la adquisición de terrenos en la cuenca del Lozoya, constituirá gasto reproductivo, porque esos terrenos, convertidos en monte, adquirirían un valor inmensamente mayor.

Dada la situación económica del Canal de Isabel II, sólo dos factores son necesarios para dar cima á la grande obra que le incumbe: actividad y constancia.

Ventajas ó inconvenientes de surtir de aguas de una ó varias cuencas una población.—Punto muy traído y llevado, como vulgarmente se dice, es también la conveniencia ó inconveniencia para el abastecimiento de una población, que ésta se surta de aguas de diversos orígenes.

Si fuera fácil obtener el caudal necesario por medio de manantiales, como éstos, por regla general suelen proporcionar aguas puras desde el punto de vista bacteriológico, su mayor ó menor bondad dependería de su composición química, y el límite pasado el cual suele considerarse impropia el agua por su excesiva dureza, es de 18 grados hidrotrímétricos. Esto dá gran margen,

y por regla general suelen poder utilizarse para los usos domésticos las aguas de la mayor parte de los manantiales; en este caso, las distintas procedencias del agua á una población pudieran dar mayor garantía á la constancia del abastecimiento.

No es este el caso que debemos examinar; Madrid, como todas las poblaciones de su importancia, tiene que recurrir á utilizar aguas de río; y estas aguas suelen estar expuestas á infecciones que pueden ser peligrosas; en estas condiciones, después de lo que hemos dicho respecto al procedimiento más práctico para que las aguas de una cuenca que surte una población no se contaminen de gérmenes morbosos, no cabe duda que se simplifica el problema cuando sólo hay que cuidar una sola cuenca.

En Madrid hemos dicho que los ríos cuyas aguas pueden venir rodadas son: el Guadarrama, el Manzanares, el Guadalix, el Lozoya y el Jarama.

Si los Ingenieros que se ocuparon de resolver el problema del abastecimiento en su origen, hubieran elegido uno cualquiera de los tres primeros ríos, Madrid hoy no hubiera tenido el caudal de agua necesario, porque ha habido años en los que estos ríos no han conducido como caudal medio el de 2.000 litros por segundo que Madrid consume; por lo tanto, sólo el Lozoya y el Jarama son los que pueden suministrar por sí solos el caudal hoy necesario, aun en los años más secos, pero de estos dos ríos no cabe duda que la elección del Lozoya ha sido acertada porque tiene mayor caudal, está más cerca de Madrid que el Jarama y recorre el terreno más apropiado para construir embalses que regularicen su régimen, pues ninguno de los otros tiene zona como la comprendida entre el Villar y Buitrago, cuyas márgenes de roca granítica le dan condiciones inmejorables para conservar el agua en toda su pureza. Para los demás ríos, los embalses que en ellos se construyeran, se extenderían por terrenos de labor y dehesas de pasto, que en el verano, conforme se fuera poniendo al descubierto el terreno con el descenso del caudal del embalse, daría lugar al desarrollo de gérmenes que pudieran llegar á contaminar las aguas y á que estuvieran cargadas de un exceso de materias orgánicas que las hicieran impropias para el consumo.

Cincuenta y cuatro años hace que Madrid se surte de aguas del río Lozoya. Por interrupciones en la conducción general jamás ha estado Madrid sin agua; por lo tanto, no es de presumir que esto pueda ocurrir; además, desde la presa del Villar, origen hoy de la toma de aguas hasta Aldehuela,

empalme del canal antiguo con el transversal, existen dos vías para conducir las aguas. El tramo único comprende desde Aldehuela hasta Madrid. Tenemos el convencimiento de que, dados los elementos con que el Canal de Isabel II puede y debe contar para la realización de las obras, no ha de ser muy largo el plazo sin que llegue á construirse el canal paralelo necesario para que Madrid disfrute de los 6.000 litros por segundo que pueden derivarse del río Lozoya; por lo tanto, no existe ventaja alguna en que Madrid esté surtido por aguas de varias procedencias; esto dificultaría la parte hoy de vital interés: el conseguir que las aguas no arrastren gérmenes perjudiciales al discurrir por la superficie, es decir, el saneamiento de la cuenca que surte de aguas á Madrid.

Recursos con que podría contarse para la purificación de las aguas.—La cantidad que es preciso gastar aún para terminar las obras del plan aprobado, hemos visto que se elevan á 19.532.065,46 pesetas. La deuda que hoy tiene el Canal por obligaciones en circulación y las cantidades entregadas por el Banco de España, se elevan á 5.652.598,03 pesetas; por lo tanto, necesitará pagar el interés y amortización de 25.184.664,09 pesetas.

Desde el momento en que llegamos á un ingreso bruto de 3.000.000 de pe-

setas, aunque supongamos, exagerando la cifra, que los gastos de explotación se elevan á 800.000 pesetas, nos quedaría un sobrante líquido de 2.200.000, con cuya cantidad puede atenderse al pago de un interés del 4 por 100, y amortización en veinticinco años de un capital de 34.375.000 pesetas. Como el capital del que necesitamos disponer es de 25.184.664,09 pesetas, no en el momento, sino en un período de años mayor ó menor, quedaría un remanente que excederá de 9.190.334 pesetas, que podría destinarse á la purificación de las aguas.

Al terminar esta Memoria sobre el estado actual de las obras del Canal de Isabel II, constituye para mí un grato deber á la par que una profunda satisfacción, el hacer constar que, á las acertadas disposiciones é iniciativas de los Comisarios regios Excmos. Sres. Sánchez de Toca, Marqués de Aguilar de Campóo, García Prieto y Mellado, secundados oportunamente por el Consejo de Administración, así como á la asidua labor de los ingenieros afectos al servicio del Canal y al personal subalterno, es debido el importante desarrollo que dichas obras han alcanzado desde la nueva organización de sus servicios.

Madrid 31 de Diciembre de 1911.

EL INGENIERO-DIRECTOR,



MEMORIA

SOBRE EL ESTADO DE LOS DIFERENTES SERVICIOS
EN 31 OCTUBRE DE 1912

INGENIERO DIRECTOR

D. RAMÓN DE AGUINAGA

MEMORIA



EMOS dicho repetidas veces que, como consecuencia de la Ley de 8 de Febrero de 1907, sobre reorganización de los servicios del Canal de Isabel II, se estudió un plan completo de obras necesarias para dar al abastecimiento de aguas de Madrid toda la amplitud, desarrollo y perfección posible, de conformidad con los modernos adelantos, en la práctica de la higienización de las grandes poblaciones.

Aprobado por la Superioridad dicho plan, detalladamente expuesto en la correspondiente Memoria de la Dirección Técnica de 11 de Octubre de 1907 y autorizado el Consejo de Administración, instituido por la aludida ley, para llevarlo á ejecución con el orden de prelación que estimase conveniente, se redactó un presupuesto que abarcaba las obras á ejecutar en el quinquenio 1908-1912, cuyo importe total ascendía á 22.947.860 pesetas.

Llegado el término de esta primera etapa de las obras del Canal de Isabel II, nos es sumamente grato el presentar en esta Memoria un resumen de los trabajos ejecutados, de las sumas invertidas en ellos y de las que todavía quedan por gastar dentro del año corriente, así como de las que deberán emplearse durante el segundo quinquenio que va á empezar.

Habiendo dado cuenta detallada en Memorias anteriores y especialmente en la de 1911, de las diversas obras que comprende el plan y de la marcha seguida en su realización, con objeto de no repetir, nos limitaremos en esta al resumen indicado, repartiéndolo en primer término en las tres secciones en las que están divididos los servicios del Canal y recopilándole después en un solo cuadro demostrativo con el objeto de facilitar el conocimiento exacto de la situación.

PRIMERA SECCIÓN

Canal transversal.—La obra más importante que se ha llevado á cabo en esta Sección ha sido la del Canal transversal y para su realización se dividió en dos contratas, de las que la primera comprende los trozos 1.º, 2.º, 3.º y 5.º del proyecto.

Estas obras se pusieron en servicio el 8 de Octubre de 1911, habiéndose hecho su recepción provisional el 6 de Marzo de 1912, sin que en el plazo de garantía transcurrido, se note en el Canal nada que indique deficiencias ni filtración alguna en los 21.862 metros que tiene de desarrollo.

Las cantidades abonadas hasta hoy en esta contrata han sido pesetas 6.087.340,65 y calculamos que al hacerse la liquidación final habrá que abonar unas 160.000.

Fuerza hidroeléctrica.— En el aprovechamiento del salto de agua que corresponde al trozo 4.º del proyecto, está construido y en servicio el depósito superior, construido el canal rápido que sirve hoy de canal de conducción para el abastecimiento de Madrid, terminada la casa de máquinas, montada toda la maquinaria y aparatos necesarios para el desarrollo de 6.000 caballos.

Falta solo para poner en marcha este servicio, terminar la colocación de las tuberías para la bajada del agua del depósito superior á las turbinas. En el depósito inferior ó de contrarregulación, solo falta construir la solera, para cuyo objeto se espera la aprobación del proyecto reformado, en el que se propone, en atención á las condiciones del terreno, un sistema distinto al pro-

puesto en el proyecto primitivo. La línea de transporte está ya establecida, excepción hecha de una pequeña sección.

La cantidad abonada al Contratista de este cuarto trozo, es de 3.125.000 pesetas y las cantidades que aún habrá que abonar 1.250.000.

Camino de servicio, casilla y teléfono.—Otra de las obras que están en ejecución son los caminos de servicio, casillas y teléfono, de cuyo presupuesto se han gastado 90.000 pesetas, faltando por gastar 80.000.

Saneamiento de Buitrago.—El trabajo de verdadero interés para Madrid, ha sido el saneamiento del pueblo de Buitrago, que tiene por objeto evitar las contaminaciones á que pudiera dar lugar su situación con respecto al río Lozoya. Estas obras están ya en servicio y se han invertido en ellas 77.043,51 pesetas y falta para completarlas totalmente, trabajo por valor de 8.000 pesetas.

Presa en Puentes Viejas y canal entre esta presa y la del Lozoya.—Además de las obras ultimadas ó en construcción del plan antiguo en esta sección, faltan que construir las siguientes. Embalse en Puentes Viejas, para regularizar un caudal mayor en el río, cuyo presupuesto es de 3.428.483,67 pesetas y el canal entre Puentes Viejas y el Villar, cuyo presupuesto por contrata se eleva á 766.077,61 pesetas y 23.000 de obras por Administración.

Reformas en el Canal antiguo.—Estas reformas que todavía no se han empezado, tienen por objeto dar al canal antiguo toda la capacidad de conducción posible y su presupuesto se eleva á 1.038.000 pesetas, cifra ya incluida en el presupuesto del primer quinquenio.

Reparación de la presa del Villar.—Obra de verdadero interés es la reparación de la presa del Villar para evitar las filtraciones que existen que, aunque no ponen en peligro su estabilidad, debe procurarse que desaparezcan, dada la naturaleza de los morteros que en su construcción se emplearon.

De los trabajos é investigaciones llevados á cabo en estos últimos años, se ha deducido que las filtraciones no proceden del paramento de agua arriba de la presa, sino que el agua, aunque en pequeña cantidad, encuentra paso por las grietas de la roca de ambas márgenes y entra en el macizo de la presa por los puntos de contacto de la presa con el terreno.

Para evitar esto, se hizo un pequeño ensayo en la margen izquierda, practicando pequeños sondeos en la roca á la distancia de un metro del paramento de agua arriba de la presa, inyectando luego lechadas de cemento, ensayo cuyo resultado, aunque por el momento, pequeño, ha servido para demostrar el camino que debe seguirse y para cerciorarnos de dónde procede el mal.

Para estas obras de reparación creemos necesario consignar en el presupuesto del próximo quinquenio la cantidad de 90.000 pesetas.

Saneamiento de la cuenca del Lozoya.—Otra de las obras y á nuestro juicio de primordial interés, es el saneamiento de la cuenca del Lozoya que abastece á Madrid: ya el Canal, como se ha indicado antes, ha dado comienzo á esos trabajos empezando por sanear el pueblo de Buitrago para evitar que los detritus de la población vayan á parar al río, obras que están ultimadas y en servicio, pero es necesario extender estas obras á los demás poblados y aunque es labor mucho más sencilla y de menos coste relativo, debe realizarse, empezando por los puntos donde un estudio detenido lo determine.

En la Memoria del año 1911, dimos cuenta de la importancia grande que tiene para el Canal la repoblación de la cuenca del Lozoya y entre estas obras la que con toda urgencia y en primer término debe llevarse á efecto, es la adquisición de una faja de terreno en ambas márgenes del embalse del Villar, y el en proyecto de Puentes Viejas para convertirlo en monte; á este efecto, el Ministerio de Fomento, previa la aprobación del Consejo de Ministros, ha declarado de utilidad pública la adquisición de 2.000 hectáreas de terreno para estos objetos.

Una vez adquiridos los terrenos próximos á los embalses, es necesario continuar adquiriendo zonas en los puntos donde el estudio detenido de este problema lo exija.

Como estos gastos no están incluidos en el plan general de obras aprobado, cuando se haga el estudio correspondiente y se determine su presupuesto, será el momento oportuno de pedir á la Superioridad su inclusión en el plan.

En el siguiente cuadro recopilamos el estado de las obras, cantidades gastadas y las que se necesita gastar en el próximo quinquenio de 1913 á 1917 en la primera sección.

		Gastado en el quinquenio 1908 á 1912 hasta fin de Octubre 1912.	Gasto probable durante los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre.	Gasto en el quinquenio de 1913 á 1917.
		Pesetas.	Pesetas.	Pesetas.
Canal transversal.	Obras por contrata...	6.087.340,65	"	160.000,00
	Camino de servicio, ca- sillas y teléfono	90.000,00	30.000,00	50.000,00
Aprovechamiento del salto de agua.....		3.125.000,00	600.000,00	650.000,00
Saneamiento de Buitrago.....		77.043,91	8.000,00	"
Nuevo embalse.	Obras del nuevo embalse.	"	"	3.428.483,67
	Canal entre	"	"	766.677,61
	Puentes Vie-	"	"	23.000,00
	Idem por	"	"	1.038.000,00
Reformas en el canal antiguo.....		"	"	90.000,00
Reparación de la Presa del Villar.....		"	"	"
		9.379.384,56	638.000,00	6.206.161,28

Del cuadro anterior se deduce que las cantidades hasta hoy invertidas en las obras del nuevo plan de esta primera sección se elevan á 9.379.384,56 pesetas, á 638.000,00 las que pueden gastarse en los meses de Noviembre y Diciembre próximos y 6.206.161,28 las que hace falta invertir en el segundo quinquenio.

SEGUNDA SECCIÓN

Obras para unir el tercer depósito con las arterias de alimentación.—En esta segunda sección se ha terminado la galería de tubos que une el tercer depósito con las arterias de alimentación de la zona baja de Madrid; se han colocado en ella las tuberías de 1,250 y 0,900 metros de diámetro interior y puesto en servicio, haciendo la toma de aguas por una comunicación directa establecida entre esta tubería y el acueducto que arrancando del partidur ha de servir para abastecer el tercer depósito, cuando éste esté terminado.

Las cantidades gastadas en esta obra son de 188.437,19 en la construcción de la galería y 253.346,21 en la adquisición é instalación de la tubería.

Obras accesorias.—También se han terminado algunas obras accesorias del

tercer depósito que estaban empezadas y que no podían abandonarse, habiendo invertido en ellas 200.557,50 pesetas.

Zanja de aspiración.—La zanja de aspiración que forma parte del grupo de obras para la elevación de aguas está terminada y en servicio desde el 15 de Noviembre de 1911, habiéndose invertido en su construcción la cantidad de 181.436,67 pesetas. Consideramos además necesario cubrir esta zanja de aspiración y la de impulsión, para cuyo objeto hará falta la cantidad de 60.000 pesetas.

Depósito elevado.—Está también ultimado y en servicio desde la misma fecha que la zanja de aspiración, el depósito elevado, cuyo coste ha sido de 356.535,87 pesetas.

El depósito elevado que hoy está en servicio satisface perfectamente á las necesidades del mismo, pero consideramos que es muy expuesto no disponer de un segundo depósito para el caso en que en el que está en servicio ocurriera una avería y fuera preciso proceder á una reparación. En todos los servicios de esta índole, es necesario contar siempre con reservas, y por esta razón creemos que en el próximo quinquenio debe construirse un segundo depósito igual al ya construido y cuyo coste se elevará á unas 400.000 pesetas.

Central elevadora de aguas.—El edificio para la instalación de la maquinaria elevadora está aún en construcción, pero se ha habilitado una parte donde se han instalado las máquinas con las que hoy se hace el servicio en la zona alta; las cantidades gastadas en esta obra ascienden á 34.364 pesetas y faltan por invertir 25.000.

La instalación de las máquinas elevadoras que hoy prestan servicio, cuestan 72.800 pesetas y queda pendiente la contrata con la Sociedad "Industria Eléctrica", cuyo presupuesto es de 170.000 pesetas.

El complemento de la reserva de vapor que será preciso establecer, calculamos se elevará á unas 100.000 pesetas.

Tercer depósito.—Por último, queda la construcción del tercer depósito. Ya en la Memoria de 1911 expusimos nuestro criterio de que solo se debe atender por ahora á la habilitación de los compartimientos 3.º y 4.º, suficientes para las necesidades del servicio, por las razones que en la expresada Memoria se indican. El presupuesto de esta obra se eleva á 2.800.000 pesetas, de las que 1.200.000 corresponden á la cubierta, 1.500.000 á la solera y muros de recinto y 100.000 á obras accesorias.

Unión del tercer depósito con la zanja de aspiración.—Para dar cumplimiento á lo prevenido por la Superioridad en 5 de Febrero de 1869, que tiene por objeto garantizar más el servicio de la distribución elevada, es necesario unir el tercer depósito con la zanja de aspiración, y esta obra calculamos que importará unas 150.000 pesetas.

En el siguiente cuadro aparecen las obras realizadas y las que quedan por ejecutar, así como las cantidades gastadas y las que aún deben invertirse:

CANTIDADES gastadas en el quinquenio de 1908 á 1912 y las que pueden invertirse en el quinquenio de 1913 á 1917 en la realización del p'lan de obras aprobado en

		Gastado en el quinquenio 1908 á 1912 hasta fin de Octubre 1912.	Gasto probable durante los meses de Octubre y Noviembre.	Gasto en el quinquenio de 1913 á 1917.
		Pesetas.	Pesetas.	Pesetas.
Tercer depósito...	Galería de tubos.....	188.437,19	"	"
	Tubería de enlace del tercer depósito con la red de distribución.....	253.346,21	"	"
	Obras accesorias.....	200.557,55	"	"
	Compartmentos ter- cero y cuar- to.....	"	"	1.200.000,00
	Cubierta.....	"	"	"
	Obras de la solera y re- cinto.....	"	"	1.500.000,00
	Obras acceso- rias.....	"	"	100.000,00
	Zanjas de aspiración y de im- pulsión.....	181.436,67	"	60.000,00
	Depósito elevado.....	356.535,87	"	400.000,00
	Edificio para la instalación de la maquinaria elevadora.	34.364,00	25.000,00	"
Elevación de aguas	Maquinaria elevadora.....	"	72.800,00	170.000,00
	Complemento de la reserva de vapor.....	"	"	100.000,00
	Unión directa de la zanja de aspiración con el tercer de- pósito.....	"	"	150.000,00
		1.214.677,49	97.800,00	3.680.000,00

Del anterior cuadro se deduce que las cantidades gastadas en esta segunda sección hasta el 31 del mes actual se elevan á 1.214.677,49 pesetas, á 97.800 las que pueden invertirse en los meses de Noviembre y Diciembre próximos y á 3.680.000 lo que calculamos que podrán importar las obras que se realicen en el segundo quinquenio.

TERCERA SECCIÓN

En esta sección el servicio se divide en dos partes, una la distribución á los barrios altos y otra la distribución á los barrios bajos. Existen además las obras referentes á las reformas en la red actual.

Servicios de los barrios altos.

Galería del Barrio de Salamanca.—Tenemos en primer término la galería del Barrio de Salamanca, construida y liquidada, y que ha costado 488.607,88 pesetas.

Galería de Santa Engracia.—Pendiente de liquidación, se han abonado en esta obra 486.169,38 pesetas y faltan por abonar unas 18.000 pesetas.

Galería de la Prosperidad y Calle de O'Donnell.—En ejecución, se han pagado 778.039 pesetas y faltan por gastar 497.000 pesetas.

Resto de galerías en proyecto que importan 650.000 pesetas.

Tubería.—Arteria principal del Barrio de Salamanca construida y liquidada, importe 439.490,63 pesetas.

Tubería.—Red de distribución del Barrio de Salamanca. Se han gastado 515.518,13 pesetas y falta que invertir la cantidad de 35.000.

Tuberías del resto de la red elevada.—En el anteproyecto aprobado se designa la cifra de 4.250.000 pesetas, pero no creemos que pueda invertirse en el segundo quinquenio una cifra superior á 2.500.000 pesetas.

Distribución de los barrios bajos.—Galerías en construcción: se han invertido 434.837,17 pesetas y falta por construir por valor de 445.000.

Tuberías de distribución en los barrios bajos.—En el anteproyecto aprobado se consignan 2.600.000 pesetas; creemos que no podrán invertirse en el segundo quinquenio más de 2.100.000 pesetas.

Obras para completar la red actual.—En la calle de Ferraz se ha establecido una tubería por valor de 11.814,93 pesetas y en las reformas llevadas á cabo con motivo de la renovación de las bocas de riego, se ha resuelto el problema

de la Plaza de Oriente, habiéndose invertido en esta reforma y en la de algunas otras calles sólo la cantidad de 39.727,64 pesetas.

Las obras para completar la red actual en construcción de galerías y otras reformas, importan en el anteproyecto aprobado la cifra de 950.000 pesetas.

En el siguiente cuadro aparecen las obras realizadas y las que quedan por ejecutar, así como las cantidades invertidas y las que aún deben invertirse.

CANTIDADES gastadas en el quinquenio de 1908 á 1912 y las que pueden invertirse en el quinquenio de 1913 á 1917 en la realización del plan de obras aprobado en

		Gastado en el quinquenio 1908 á 1912 hasta fin de Octubre 1912.	Gasto probable durante los meses de Octubre y Noviembre.	Gastado en el quinquenio de 1913 á 1917.
		Pesetas.	Pesetas.	Pesetas
Distribución de los barrios altos...	Burrio de Salamanca.....	488.607,88	"	"
	Galerías.... Santa Engracia..	486.169,38	"	18.000,00
	Prosperidad y calle de O'Donnell	778.039,60	105.000,00	392.000,00
	Resto de galería red en proyecto.	"	"	650.000,00
	Arteria principal del Barrio de Salamanca.....	439.490,63	"	"
	Tuberías.... Red de distribución del Barrio de Salamanca..	515.518,13	"	35.000,00
	Resto de tubería de la red elevada	"	"	2.500.000,00
Distribución de los barrios bajos...	Galería en construcción....	434.837,17	70.000,00	375.000,00
	Tuberías en anteproyecto....	"	"	2.100.000,00
	Tuberías en la calle de Ferraz.	11.814,93	"	"
Reforma en la red actual.....	Reforma con motivo de la renovación de bocas de riego en la Plaza de Oriente.....	39.797,64	"	"
	Renovación de las bocas de riego.....	"	"	"
Obras para completar la red actual.	Galerías y otras reformas en anteproyecto.....	"	"	950.000,00
		3.194 275,36	175 000,00	7 020.000,00

Del anterior cuadro se deduce que las cantidades gastadas en esta tercera sesión hasta el 31 de Octubre último se elevan á 3.194.275,36 pesetas, á 175.000 las que pueden invertirse en los meses de Noviembre y Diciembre próximos y á 7.020.000 lo que calculamos que podrán importar las obras que se realicen en el segundo quinquenio.

Gastos generales.

Además de los gastos expuestos existen otros comunes á todas las secciones, que se titulan gastos generales, que comprenden las expropiaciones, los de inspección y los de estudios, que abarcan jornales, adquisición de instrumentos, útiles, efectos de escritorio, de campo y dibujo, trabajos de escritura y delineación, etc.

En el primer quinquenio se consignaron para expropiaciones 200.000 pesetas; hasta fin de Octubre se han abonado por este concepto 167.656,51, quedando un sobrante de 69.347, que no es suficiente para atender hasta fin de año al pago de estas atenciones, por cuya razón, para el próximo quinquenio consignamos la cantidad de 300.000 pesetas.

Para trabajos de inspección se consignaron 150.000 pesetas, y se ha gastado hasta fin de Octubre de 1912 la cantidad de 145.747,77, quedando para los meses de Noviembre y Diciembre 4.252,23. Para el segundo quinquenio consignamos la cifra de 200.000 pesetas.

Para estudios se consignaron 95.000 pesetas: se han gastado hasta fin de Octubre 62.258,72 pesetas, quedando para el resto del quinquenio 32.741,28 y consignamos para el segundo quinquenio la misma cifra de 95.000 pesetas.

Además de las cantidades anteriores, se habían consignado para el primer quinquenio 90.000 pesetas para la adquisición de material de transportes, pero sólo se han invertido 229,50 en un concurso que no llegó á adjudicarse.

No creemos necesario incluir partida alguna para este objeto en el segundo quinquenio.

De los datos anteriores deducimos el siguiente cuadro de Gastos Generales.

	Gastado en el quinquenio de 1908 á 1912 hasta fin Octubre 1912. Pesetas.	Gasto probable durante los meses de Noviembre y Diciembre. Pesetas.	Gastos en el quinquenio de 1913 á 1917. Pesetas.
Gastos de Inspección.....	145.747,77	4.252,23	200.000,00
Estudios.....	62.258,72	32.741,28	95.000,00
Adquisición de material de transportes	229,50	"	"
Expropiaciones.....	167.656,51	32.343,49	300.000,00
	375.892,50	69.337,00	595.000,00

En el siguiente cuadro resumen se ve el total de las cantidades gastadas en el primer quinquenio hasta 31 de Octubre corriente, las cantidades que quedan para los meses de Noviembre y Diciembre y lo que hace falta invertir en el segundo quinquenio de 1913 á 1917.

Resumen de gastos en los quinquenios de 1908 á 1912 y 1913 á 1917.

	Gastado en el primer quinquenio de 1908 á 1912. Pesetas.	Cantidades que se podrán gastar hasta fin de año. Pesetas.	Cantidades que pueden invertirse en el primer quinquenio 1913 á 1917. Pesetas.
Primera sección.....	9.379 384,56	638.000,00	6.206.161,28
Segunda sección.....	1.214 677,49	97.800,00	3.680.000,00
Tercera sección.....	3.194.275,36	175.000,00	7.020.000,00
Gastos generales.....	375 892,50	69.347,00	595.000,00
	14.164.229,91	980.137,00	17.501.161,28

De los cuadros anteriores deducimos que la cantidad gastada en el quinquenio de 1908 á 1912 hasta 31 de Octubre corriente es de 14.164.229,91 pesetas, la que calculamos que pueda aún invertirse en los meses de Noviembre

y Diciembre 980.137, y la que suponemos podrán costar las obras del quinquenio de 1913 á 1917, 17.501.161,28.

Aun cuando los ingresos del Canal son muy importantes, no son suficientes para con el sobrante de estos ingresos, poder atender á la realización del plan de obras, después de cubrir los gastos de explotación: pero este superávit, que no bastaría para atender á estos gastos, constituye una muy sólida garantía para emitir el empréstito necesario á su rápida ejecución. Fundado en estas consideraciones, el Consejo de Administración del Canal, solicitó y obtuvo del Gobierno autorización para emitir un empréstito de veinte millones de pesetas en obligaciones, al interés anual del 4 % libres de todo impuesto, siendo de cuenta del Canal el abono de los impuestos que existieran en la época de la emisión de las obligaciones y los que pudieran establecerse en el porvenir.

Con esta autorización, se hizo la emisión de obligaciones por valor de 20 millones de pesetas, garantizadas con 1.200.000 pesetas, que, de los ingresos, se destinan anualmente al pago de intereses y amortización.

A pesar de la solidísima garantía, en la que la emisión de esos valores era basada, se echó de ver que se realizaba en un ambiente de desconfianza y que el público, influido tal vez por el desconocimiento en el que perdura de esta grandiosa obra del Canal de Isabel II, no les dispensaba aquella atención preferente y aquella confianza de la que creímos debieran ser merecedores; por eso el Consejo de Administración se limitó á poner en circulación sólo los dos primeros millones de pesetas cuya suscripción se hizo el 15 de Julio de 1908 y á abonar á los contratistas las cantidades que tienen obligación de percibir, en estos valores, por los trabajos que realizan.

Necesitando, sin embargo, disponer de mayores sumas, para continuar las obras y creyendo que el Banco de España era la entidad que podía prestar mayor apoyo al Canal, puesto que es la que mejor conoce su situación y que está al tanto de todos sus ingresos y gastos, así como de la entrada y salida de sus valores, á él se recurrió.

Las obligaciones puestas en circulación representan 4.687.000 pesetas, pero habiéndose amortizado por valor de 1.605.000, quedan en circulación obligaciones por valor de 3.082.000 pesetas.

El Banco de España ha abierto una cuenta de crédito al Canal con garantía de estas obligaciones por valor de 4.000.000 de pesetas, de cuya cantidad el Canal ha dispuesto de 3.680.285,32 pesetas.

Existe además otra cuenta de crédito por valor de 778.000 pesetas para renovación de bocas de riego, abierta por el Banco de España. Aunque estas obras las realiza el Canal, corresponden al Ayuntamiento de Madrid y éste paga los intereses y amortización de esta cantidad.

Sumando el importe de las obligaciones puestas en circulación, que son por valor de 4.687.000 pesetas, y las 3.680.285,52 pesetas que se deben al Banco de España, resulta que en el quinquenio se han gastado á cuenta del crédito de los 20 millones de pesetas 8.367.285,32, pero como de esta cifra han sido amortizadas con los ingresos del Canal obligaciones por valor de 1.605.000, la cantidad del empréstito invertido en obras, sólo asciende á 6.762.285,32 pesetas.

Ahora bien: de los estados que anteceden se deduce que las cantidades gastadas en obras en el quinquenio de 1908 á 1912 se elevan á la cifra de 14.164.229,91 pesetas y como la cifra invertida del empréstito es de 6.762.285,32, la diferencia de 7.401.944,59, procede de los sobrantes que el Canal ha podido disponer de los ingresos de este quinquenio, después de atender á los gastos de explotación, pago de intereses y amortización de las obligaciones y abono de intereses del préstamo hecho por el Banco de España.

La sola lectura de estas cifras demuestra la sólida garantía que representan los ingresos del Canal, y como estos ingresos van siempre en aumento y han de aumentar aún en mayor proporción en cuanto se pueda utilizar la fuerza hidroeléctrica que se obtiene en el canal transversal, servicio que esperamos esté en condiciones de ser aprovechado al principio del segundo quinquenio, la garantía será aún mucho más sólida en el porvenir.

La cantidad que queda por invertir en los dos últimos meses del primer quinquenio es de 980.137 pesetas y sumando esta cifra á la que hemos calculado que debe gastarse en el segundo quinquenio, obtendremos la cifra total que hace falta gastar, hasta el 31 de Diciembre de 1917, que es de 18.481.298,28 pesetas.

Las obligaciones puestas en circulación hemos dicho que son por valor de 4.687.000 pesetas y como la deuda que el Canal tiene con el Banco de España es de 3.680.285,52, del empréstito de 20 millones de pesetas, queda dispo-

nible la cifra de 11.632.714,48 pesetas; ■ á esto se agrega el sobrante de ingresos, que forzosamente tiene que ser mucho mayor que el obtenido en el primer quinquenio, puesto que, de una recaudación de 1.743.750 pesetas que existía cuando el actual Consejo de Administración se hizo cargo de los servicios del Canal en 1907, se ha elevado á 2.500.000, sin tener en cuenta que la aplicación de la Real orden de 28 de Diciembre de 1911, en virtud de la cual han quedado incluidos en las tarifas económicas gran número de abonados que antes pagaban por la tarifa general, produciendo una reducción en los ingresos de más de 100.000 pesetas.

Si á la cifra anterior de 2.500.000 agregamos los ingresos que han de poderse obtener en la enagenación de la fuerza hidroeléctrica, muy bien puede calcularse para el próximo quinquenio una recaudación media de 3.000.000 de pesetas. Si en el primer quinquenio han podido dedicarse de los sobrantes de ingresos 7.359.677,38, en el segundo quinquenio esta cifra será mucho mayor y como es suficiente que este sobrante sea de 6.848.583,80, no cabe duda de que podrá atenderse á la realización del plan de obras propuesto, con el empréstito de 20 millones de pesetas autorizado.

Como las obras propuestas entran dentro del plan aprobado y no necesitamos para su realización un nuevo empréstito, creemos suficiente que la Superioridad considere ampliado en otro quinquenio el plazo para su realización y ampliado también el presupuesto de 22.947.860 pesetas, del quinquenio de 1908 á 1912 hasta la cantidad de 32.645.528,19 pesetas.

La sencilla exposición de estos datos, nos dispensa de extendernos en hacer resaltar la próspera situación en la que el Canal de Isabel II se encuentra y la indestructible seguridad de los cimientos sobre los que su marcha progresiva se desenvuelve.

Bástenos el congratularnos de ello, por el mayor bien de nuestra Capital y por ver así realizado el ideal que ilusionó un venturoso día, el pensamiento de la augusta Señora cuyo nombre quedará siempre unido á esa gran obra de civilización y progreso.

Madrid 31 de Octubre de 1912.

EL INGENIERO-DIRECTOR,

