

para los circuitos de los aparatos de la vía, cuyos interruptores estén dispuestos de tal manera que no sean sensibles á la corriente alterna.

De todo lo expuesto se deduce que la caída de voltaje en el carril tiene una gran importancia en las líneas monofásicas, así como que el límite que debe asignársele es un problema que requiere mucho estudio, en cuya resolución hay que tener muy presente todos los intereses con él relacionados. En los ferrocarriles que emplean corriente continua el uso de un cuarto carril para circuito de vuelta es prácticamente indispensable, por la razón de que el límite fijado por el Ministerio del Comercio es 7 voltios, límite que es resultado de la experiencia y que carece de base racional; sería una contrariedad tener que aceptar para las líneas monofásicas un límite que exige el cuarto carril. Cuando cerca del trazado de un ferrocarril eléctrico existen tuberías ó construcciones metálicas susceptibles de sufrir desperfectos por las acciones electrolíticas, deben tomarse toda clase de precauciones para evitar que se establezcan corrientes entre aquéllas y los carriles, pero en campo abierto la experiencia ha demostrado que no hay para qué preocuparse por aquellas acciones. De las noticias que ha podido adquirir el autor, en la línea de Murnau es en la única que se ha procurado reducir la caída de voltaje en los carriles con frecuentes conexiones de éstos con tierra.—Ω.

(Se continuará.)

CANAL DE ISABEL II

(CONTINUACIÓN)

La baja que experimentaban sus recursos y el nunciar á subido coste de las obras le ponían en el doloroso caso de tanta honra. En su vista, el Gobierno tuvo necesidad de adoptar una resolución, á cuyo fin se dictó el Real decreto de 24 de Mayo de 1850. En él se aprobaban las bases de una concesión provisional de la conducción de aguas del río Lozoya á Madrid, para distribuir las en la población y en sus alrededores, á la Empresa representada por el Conde del Retamoso y D. Manuel Marliani. Las condiciones principales de la concesión eran las siguientes:

a) Traer y distribuir en Madrid las aguas del río Lozoya (sirviendo de base los estudios presentados por los Ingenieros Rafo y Ribera) en la cantidad mínima de 25.000 reales fontaneros (81.125 metros cúbicos en veinticuatro horas), concluyendo las obras en el plazo de tres años.

b) La concesión sería por noventa y nueve años, pasados los cuales, la propiedad de las obras sería del pueblo de Madrid.

c) Los precios máximos del real fontanero serían los siguientes:

Agua á domicilio.....	10.000 pesetas.
» en jardines y huertas.....	2.500
» en tierras (de secano).....	1.000
» en fuerza motriz.....	(convencional).

El Ayuntamiento sólo pagaría el agua para sus servicios al precio mínimo que la abonasen los particulares para los usos domésticos.

d) El Ayuntamiento, además de quedar con la propiedad de las aguas con que entonces se abastecía Madrid, podría adquirir y conducir á la Corte todas las aguas potables que tuviere por conveniente y no procediesen del río Lozoya.

CONDUCCIÓN DEL RÍO LOZOYA Á MADRID

II. Canal de Isabel II.—Construcción por el Estado 1851 á 1865.

22. Más de un siglo iba transcurrido formando proyectos para dotar á Madrid de abundantes aguas potables. Su necesi-

dad se hacía apremiante porque la escasez no sólo amenazaba detener el crecimiento rápido que se observaba en la población, sino que comprometía la existencia de la Corte con enormes pérdidas para la riqueza urbana, y aun para la general del país. Se había demostrado la posibilidad de traer las aguas del río Lozoya á Madrid, y habían resultado estériles los esfuerzos hechos por el Ayuntamiento, por los particulares y Empresas para realizar las obras. Era indispensable llevarlas á cabo con decisión y energía. El ya citado D. Juan Bravo Murillo, siendo Presidente del Consejo de Ministros, ha tenido la gloria de emprenderlas, sometiendo á la aprobación de la Corona el Real decreto de 18 de Junio de 1851, en el que se dispone que el Estado procediese directamente á la ejecución de las obras necesarias para abastecer á Madrid de aguas saludables por medio de un canal derivado del río Lozoya, que se denominará Canal de Isabel II.

23. Tan grandioso pensamiento se desarrolla de un modo claro y terminante en la citada disposición, de la que se extraerán aquí los principales artículos.

Artículo 1.º Se admite la participación del Ayuntamiento y particulares para la ejecución de las obras.

Art. 2.º Para reunir los 20 millones de pesetas que aproximadamente se calculan necesarios para traer á Madrid 10.000 reales fontaneros de agua por lo menos (32.450 metros cúbicos en veinticuatro horas), el Gobierno hará uso de los siguientes medios:

1.º De la cantidad de 500.000 pesetas concedidas como crédito extraordinario en el año de 1851 y de las sumas que anualmente se comprendan y aprueben en el presupuesto general del Estado.

2.º Suscripción voluntaria del Ayuntamiento de Madrid por 4 millones de pesetas, valor de 2.000 reales fontaneros de agua para satisfacer las necesidades comunes del vecindario, al precio de 2.000 pesetas cada real fontanero.

3.º Suscripción voluntaria pública á reintegrar (concluidas que sean las obras) en reales de agua al precio indicado, ó en efectivo (con interés del 6 por 100 anual en este último caso), á voluntad de los suscriptores.

Art. 3.º Para la administración de las obras habrá:

Un Consejo de Administración.

Un Director facultativo y económico de las obras, elegido por el Gobierno, á propuesta en terna del Consejo de Administración.

El Consejo se compondrá de:

Tres Vocales nombrados por el Gobierno, uno de los cuales será Presidente del Consejo.

Tres Concejales del Ayuntamiento de Madrid, uno de los cuales será el Alcalde.

Tres suscriptores voluntarios, elegidos por los mismos suscriptores.

El Director facultativo y económico de las obras.

Art. 8.º Las obras se concluirán necesariamente en el término de cuatro años, y distribuidas las aguas, el Gobierno procederá á la formación de un Sindicato, que tendrá á su cargo la conservación de las obras y la distribución de las aguas.

Art. 9.º Con el producto total de las aguas se reintegrará el Tesoro público de los fondos que hubiere adelantado y de sus intereses.

Art. 14. Se dará principio á las obras dentro del término de dos meses.

24. Como complemento del importantísimo Real decreto que se acaba de extraer, se dictaron inmediata y sucesivamente, con actividad y celo muy laudables, varias disposiciones para llevar á debido efecto en breve plazo la construcción de obras tan extraordinarias, muy por encima de lo usual y corriente en aquellos tiempos. Se citarán, entre otras, las siguientes:

Real decreto de 18 de Junio de 1851.—Concediendo un crédito extraordinario de 500.000 pesetas para atender en dicho año al pago de interés de anticipos voluntarios y al de la ejecución de las obras para la traída de aguas á Madrid.

Real decreto de 18 de Junio de 1851.—Nombrando Presidente del Consejo de Administración del Canal de Isabel II al Conde de Sástago y Comisarios al Marqués del Socorro y á D. Manuel Cantero.

Real orden de 21 de Junio de 1851.—Aprobando el Reglamento para la ejecución, en la parte de contabilidad, del Real decreto de 18 de Junio de 1851; relativo al abastecimiento de aguas á Madrid.

Real orden de 22 de Junio de 1851.—Su Majestad la Reina se suscribe por un millón de pesetas para las obras de la conducción de aguas á Madrid.

Real orden de 4 de Julio de 1851.—Manifestando al Consejo de Administración que adopte las medidas oportunas para que el día 1.º de Agosto inmediato se dé principio á las obras para la traída de aguas á Madrid.

Real orden de 7 de Agosto de 1851.—Designando la mañana del lunes 11 de Agosto de 1851 para la inauguración de las obras del Canal de Isabel II, en el sitio del Pontón de la Oliva, distrito municipal de Uceda, partido judicial de Tamajón, provincia de Guadalajara, y que en nombre de S. M. la Reina coloque el Rey, su augusto esposo, la primera piedra de la presa que se ha de construir en dicho sitio.

Reseña histórico-cronológica sobre el progreso, adelanto y coste de las obras.

25. El Consejo de Administración y la Dirección facultativa y económica de las obras han cumplido su misión con un entusiasmo, competencia y acierto por extremo laudables. De los trabajos que han realizado dan idea clara los tres tomos en que constan las actas de las sesiones celebradas, y las siete Memorias publicadas sobre el estado de las obras y situación económica de la empresa, así como la multitud de documentos que constan en el Archivo de esta Dirección. Creado el Consejo por Real decreto de 18 de Junio de 1851, ha sido disuelto por otro Real decreto fecha 22 de Enero de 1867. En los diez y seis años que ha tenido de existencia, se han llevado á cabo las notables obras que han cambiado las condiciones de Madrid, transformándolo por completo bajo el punto de vista higiénico, contribuyendo en alto grado al desarrollo de la población y al extraordinario aumento del número de habitantes.

Aunque de un modo sumamente conciso, será conveniente dar una idea de la marcha, desarrollo y coste de las obras, tomando todos los datos de las siete Memorias redactadas por la Dirección facultativa y publicadas por acuerdo del Consejo de Administración del Canal.

26. La Dirección facultativa comenzó en 1.º de Agosto de 1851 á organizar el plan de trabajos para la formación del proyecto definitivo de la conducción á Madrid de las aguas del río Lozoya. Comprobó y confirmó todos los datos de la Memoria de los Ingenieros Rafo y Ribera. Levantó el plano topográfico de la cuenca del río Lozoya desde Buitrago hasta su confluencia con el Jarama. La distancia en línea recta desde Buitrago hasta el Pontón de la Oliva es sólo de 18 kilómetros, y llega á 45 kilómetros siguiendo la margen del río, á causa de su tortuoso curso. Una nivelación esmerada ha dado por resultado que el nivel de las bajas aguas del río en el Pontón se hallaba 26,46 metros más alto que el umbral de la puerta de Santa Bárbara en Madrid.

Trazado definitivo del canal.—Se eligió para el depósito de recepción de las aguas en Madrid un punto situado á 14 metros de altura sobre el umbral de la puerta de Santa Bárbara, que era la elevación necesaria para que el agua subiese por la acción de la gravedad á los pisos más altos de las casas del Madrid de entonces. Partiendo de dicho punto con las pendientes adoptadas para el canal, se llegó al Pontón de la Oliva con una longitud de 70 kilómetros y con una altura de 19,77 metros sobre las bajas aguas del río. Á esa altura se había de establecer la solera del canal de toma y derivación del agua del río Lozoya, y para conseguir el embalse y depósito de agua necesario, se esta-

blecería la coronación de la presa 5,56 metros más alta que dicha solera.

Sección y pendiente del canal.—Las dimensiones transversales del canal se han subordinado para que pueda conducir como mínimo sesenta mil (60.000) reales fontaneros (194.000 metros cúbicos en veinticuatro horas).

La pendiente general adoptada ha sido 1/5.000 (0,0002), y en este caso, las dimensiones transversales son 2,22 metros de ancho; estribos de 1,67 metros de altura sobre la solera, de los que arranca la bóveda de medio punto, resultando una altura total libre de 2,78 metros debajo de la clave. La altura del agua (para el consumo de 60.000 reales fontaneros) resulta de 1,80 metros (0,13 metros sobre los arranques de la bóveda), con una sección de agua viva de $(2,22 \times 1,80)$ 3.996 metros cuadrados y una velocidad teórica del agua de 0,57 metros por segundo. Para disminuir las dimensiones de la sección, y por lo tanto el coste de la obra, se ha aumentado la pendiente del canal en las minas y en los acueductos. Para las minas la pendiente adoptada ha sido de 1/1.500 (0,00067 próximamente); el ancho de la solera 1,39 metros é igual altura de estribos, con talud interior de 1/10, ó sea un ancho de 1,67 metros en los arranques de la bóveda de medio punto y una altura libre de 2,22 metros debajo de la clave. Para el consumo de 60.000 reales fontaneros, resulta una sección de agua viva de 2,45 metros cuadrados, una altura de agua de 1,60 metros (0,21 metros sobre los arranques) y una velocidad teórica de 0,92 metros por segundo. Para los acueductos la pendiente es de 1,5/1.000 (0,0015); la sección es cuadrada, de 1,39 de ancho en la solera y 1,39 metros de altura en los estribos. Para el consumo de 60.000 reales fontaneros, resulta una sección de agua viva 1,73 metros cuadrados, una altura de agua de 1,24 metros (0,15 metros por debajo de la coronación de estribos) y una velocidad teórica de 1,29 metros por segundo.

Sifones.—Para cruzar los anchos valles y los profundos cauces de los ríos y arroyos, en vez de altas y costosas obras de fábrica, se ha dado la preferencia á las tuberías de hierro colocadas en el terreno en forma de sifón invertido; se han adoptado cuatro tubos de 0,92 metros de diámetro interior cada uno, calculando la diferencia de nivel necesaria para que por cada uno pasen por lo menos 15.000 reales fontaneros, ó sean 60.000 por los cuatro.

Presa del Pontón de la Oliva.—El punto elegido para su emplazamiento es el más estrecho del río; su fondo y ladera son de roca caliza de gran dureza. La cresta de la presa, que es recta, mide 72,44 metros; tendrá 50 metros de espesor en la base y 5,56 en la coronación. Altura total 30,62 metros, de los cuales 5 metros para excavación de cimientos, 20,06 altura de la solera del canal sobre el talweg del río y 5,56 de la coronación sobre la solera.

27. El día 11 de Agosto de 1851 colocó el Rey Don Francisco de Asís de Borbón, en nombre de su augusta esposa la Reina Doña Isabel II, la primera piedra para la obra de la presa del Pontón de la Oliva. Sería prolijo detallar los trabajos que se han ejecutado desde el día 11 de Agosto de 1851 hasta el 31 de Diciembre de 1852. De ellos se da cuenta en la primera Memoria redactada por el Director facultativo, D. José García Otero, Inspector general del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, nombrado para dicho cargo por Real orden de 8 de Julio de 1851. Bastará mencionar, entre otras obras accesorias, las siguientes: 27 kilómetros de carretera y de caminos de servicio; 5 puentes provisionales sobre ríos y barrancos; 8 edificios en el Pontón de la Oliva, para presidio, cuarteles, almacenes y capilla; 12 casas en la línea para guardas y almacenes de herramientas; 2 polvorines: cuatro edificios habilitados para oficinas, talleres y otros servicios. Los caminos y puentes tenían por objeto dar acceso á las canteras y puntos de yacimiento de los materiales, así como facilitar el transporte de éstos á los talleres de labra y preparación y á los puntos de empleo.

En los edificios del Pontón se había de establecer un presidio de 2.000 plazas, concedido por el Gobierno, así como las tropas

y empleados encargados de su custodia y dirección. En aquel tiempo se ocupaba á los confinados, con preferencia á los operarios libres, en las faenas incómodas y en los trabajos arriesgados, como los que había de ocasionar la construcción de la presa del Pontón de la Oliva.

28. En la segunda Memoria, relativa al año 1853, da cuenta el Director facultativo, D. José García Otero (como lo había hecho en la anterior, respecto á los años 1851 y 1852), de los trabajos ejecutados en dicho período. Se ocupa con bastante detalle de la importancia que tienen los depósitos de agua, y para determinar su capacidad fija en 90 litros el consumo diario por habitante. Se da cuenta del depósito que se está construyendo en el Campo de Guardias y se indica para el porvenir la construcción de otros dos depósitos, uno en las afueras de la puerta de Alcalá y otro en los portillos de Fuencarral y Conde-Duque.

Las obras han marchado con bastante actividad, á pesar de la terrible plaga de calenturas intermitentes que todos los veranos azota la zona de terreno en que se desarrollan los trabajos y que en el año 1853 ha presentado un carácter más grave y maligno.

Además de gran número de obras accesorias, han adelantado considerablemente las difíciles y costosas de la presa del Pontón de la Oliva, que es la más importante, elevándose la fábrica hasta 13 metros sobre el plano de fundación, produciendo en el río un remanso de unos 700 metros:

Coste de todas las obras ejecutadas en el año de 1853, pesetas 6.370.418,83.

29. La escasez de fondos, según se expresa por el Sr. García Otero en la tercera Memoria, no ha permitido dar á las obras en el año de 1854 el desarrollo debido para terminarlas en el de 1855, ó sea en el plazo de cuatro años que se había fijado en el artículo 8.º del Real decreto de 18 de Junio de 1851. La fábrica de la presa alcanzó la altura de 18 metros sobre el plano de fundación, ó sea al nivel de la solera de la mina de fondo que ha de servir para desaguar y limpiar el depósito de agua embalsada, habiéndose terminado la mina de toma de agua para el canal, cuya solera está 2,50 metros sobre la solera de la mina de fondo, y otras partes de la obra. El Director facultativo, Sr. García Otero, da cuenta de que en el mes de Octubre de dicho año de 1854 apareció de repente á unos 14 metros agua abajo de la presa una gran fuente que brotaba de entre las grietas de la peña caliza que forma la margen derecha del río. Manifestaba que no debía darse á esta contrariedad una importancia mayor de la que realmente tenía y que contaba combatir y atajar las filtraciones observadas á través de la roca, con éxito seguro, cerrando el paso á las aguas, tanto en el origen de las cavidades ó grietas de los bancos calizos de la margen derecha, por las que se introducían á corta distancia agua arriba de la fábrica de la presa, como rellenando el final de esas cavidades desde el exterior en los puntos por donde salía el agua. Desgraciadamente las galerías subterráneas que existían en la formación de la caliza cavernosa han sido tantas y tan grandes en las inmediaciones de la presa, que no han tenido éxito permanente ninguno de los medios de construcción ensayados para combatir las enormes filtraciones que á su través se presentaban. Las obras para el depósito de recepción que se construían en el Campo de Guardias tuvieron bastante adelanto.

El coste total de las obras ejecutadas en el año de 1854 ha sido de 5.992.670,82 pesetas.

Por Real decreto de 15 de Agosto de 1854 se dispone que la Dirección del Canal de Isabel II forme el presupuesto exacto y detallado de las obras que faltan para su conclusión. Que se detalle el proyecto completo de distribución de las aguas en el interior de Madrid, y, como complemento de él, el de las alcantarillas, formándose igualmente el proyecto de las acéquias de riego en las afueras de la capital. Se encarga al Consejo de Administración que, teniendo presente el Real decreto de 18 de Junio de 1851, se ocupe en redactar un proyecto de ley que proporcione el medio de llevar á cabo todas las obras indicadas.

30. La cuarta Memoria, correspondiente al año 1855, ha sido redactada por el nuevo Director facultativo, D. Lucio del Valle, nombrado por Real orden de 17 de Diciembre de 1855, y en ella se expresan las difíciles circunstancias económicas por que han pasado las obras en fines de 1854 y en el primer semestre de 1855, habiendo llegado á suspenderse los trabajos, con la pérdida y deterioro consiguientes en las obras y en los materiales acopiados, y con la desorganización del escogido personal que en ellas prestaba servicio, el cual quedó reducido á un número insignificante. Vencidas, á mediados de 1855, las dificultades económicas, surgieron de improviso otras no menos graves. La epidemia del cólera se desarrolló con terrible intensidad en toda la línea del canal, desde Madrid á Torrelaguna, cebándose aún más en aquellos puntos del trayecto que ya de por sí eran malos y propensos en verano á la plaga de las malignas calenturas intermitentes. Cedieron por fin las tremendas epidemias en el mes de Septiembre, pero comenzaron entonces unas lluvias torrenciales, con pertinacia grande en el resto del año, que obligaron á suspender los trabajos, retrasándose nuevamente la marcha de las obras.

Por las causas expresadas ha tenido poco adelanto el macizo de la presa. Se hallaba su fábrica á fin de 1854 á 18 metros sobre el nivel del río, ó sea á la altura de la solera de la mina de fondo y desagüe. En el año de 1855 sólo se aumentó en 2 metros, quedando, por lo tanto, á 20 metros. La altura total de la presa había de ser de 27 metros, faltando sólo 7 para llegar á la coronación de la obra, en la cual había de tener 80 metros de longitud. La mina de toma de aguas tiene 62 metros de longitud; su solera se halla á 2,50 metros sobre la de la mina del fondo y á 6,50 metros por debajo de la coronación de la presa. Las filtraciones que aparecieron en el depósito del embalse en Octubre de 1854 fueron reconocidas minuciosamente en Julio de 1855, determinándose la posición de la boca de entrada del conducto subterráneo, que se encontraba á 65 metros aguas arriba de la presa y á 20 metros de la ladera izquierda del río; la salida de las aguas se hallaba más abajo de la presa, y se verificaba por entre dos bancos de la roca caliza que formaba las márgenes del río. Se trató de combatir la filtración con un terraplén de arcilla, como se había intentado el año anterior empleando sacos llenos de dicho material, y los resultados no han sido tan completos como era de desear.

Las obras del depósito de recepción han tenido poco adelanto durante el año 1855. En este año se han estudiado los proyectos para la distribución de las aguas en el interior de la población, y se ha comenzado el de las alcantarillas para el desagüe de las sobranes, de las llovedizas y de las aguas sucias é inmundas, cuyos trabajos corren á cargo de la Dirección del Canal, según lo dispuesto en el Real decreto de 15 de Agosto de 1854 y en la ley de 19 de Junio de 1855.

El coste de las obras ejecutadas en el año de 1855 ha sido de 2.422.732,12 pesetas.

31. El Director facultativo, D. Lucio del Valle, en la quinta Memoria correspondiente al año de 1856, detalla los trabajos ejecutados durante el mismo. El acontecimiento más notable ha sido el ver correr las aguas por la primera sección del canal (en los 33 kilómetros comprendidos entre la presa y el río Guadalix), por primera vez el día 22 de Octubre de 1856, si bien la solemne inauguración oficial no se realizó hasta el 29 de Noviembre inmediato.

Las obras de la presa puede decirse que quedaron terminadas en dicho año, pues sólo faltaba colocar una hilada de sillería para llegar á la coronación, que tiene 27 metros de altura sobre el nivel ordinario del río; igualmente pueden darse por concluidas las obras anejas á la presa, como son el aliviadero, la casa de compuertas de la mina de toma y la mina de limpia.

(Se continuará.)