

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

Las turbias del Lozoya.

CONSIDERACIONES GENERALES.—Desde el año 1858, fecha en que Madrid empezó á utilizar las aguas del río Lozoya, son conocidas las turbias de esas aguas y sus infecciones accidentales, aunque la índole de estas últimas, su origen y su modo de actuar sobre la naturaleza humana, permanecieron ignoradas hasta que el genio maravilloso del inmortal Pasteur reveló al mundo la existencia y la temible importancia de los microorganismos.

Los trascendentales descubrimientos de este ilustre hombre, con abrir nuevos horizontes para la ciencia, vinieron á crear nuevas preocupaciones en los llamados á velar por la salud de los grandes centros de población que tan esencialmente depende de la pureza de las aguas que al consumo público se destinan.

Conocida la eficacia de ciertas bacterias en el desarrollo de algunas epidemias, hoy llamadas hídricas, el agua ha llegado á ser considerada como el principal vehículo de estos gérmenes y el microscopio y la complicada técnica del bacteriólogo, son los llamados con su análisis á determinar la naturaleza de los microorganismos contenidos en las aguas destinadas al abastecimiento de las poblaciones.

Así, el problema de acumular y distribuir las ingentes masas de aguas, indispensables para la vida de las grandes capitales, ha venido á complicarse con este nuevo factor. No basta, en efecto, que las aguas resulten químicamente puras. No basta que por medio de una clarificación adecuada, éstas se entreguen completamente cristalinas al consumo público. Es necesario, además, que no se hallen contaminadas con gérmenes patógenos, y para ello es preciso prevenir en lo posible el que se contaminen, y en el caso que lleguen á adquirir en su curso gérmenes infecciosos, desviar estas aguas para que no se unan á la masa general destinada al consumo público ó acudir á su depuración.

Planteado el problema con toda claridad, examinaremos cuantos trabajos encaminados á lograr la mayor pureza de las aguas del abastecimiento público ha realizado el Canal de Isabel II, especialmente desde su nueva organización en 1907, y el público deducirá las consecuencias que estime de justicia.

CONDICIONES DE POTABILIDAD DE LAS AGUAS DEL RÍO LOZOYA.—Excepcionales son, en realidad, las condiciones de potabilidad de las aguas del Lozoya, pues en cincuenta y ocho años, durante los cuales Madrid viene utilizándolas, jamás se ha desarrollado en su

vecindario ninguna enfermedad hídrica que haya podido imputarse á dichas aguas.

Sin embargo, siempre hemos creído que era nuestro deber afrontar resueltamente el problema de mantener á toda costa incontaminadas esas aguas que se entregan al vecindario, y á este efecto era preciso estudiar, en primer lugar, las condiciones en que se almacenan y distribuyen, así como las causas que puedan desarrollar en su seno la vida de gérmenes patógenos.

En la época ya lejana en la que se eligió el agua del Lozoya para el abastecimiento de Madrid, ninguna elección hubiera podido ser más acertada, pues éstas, procedentes del admirable macizo montañoso del Guadarrama, de sus fuentes purísimas y de sus nieves immaculadas, podían ser consideradas como las más adecuadas para el consumo. Puras en sus orígenes, discurrían en medio de una comarca poco poblada, por lecho rocoso encajado entre laderas abundantemente pobladas de árboles y vegetaciones silvestres, de manera que nada hacía presumir pudiera ser alterada ni su cristalina transparencia ni su perfecta potabilidad.

Pero estas felices condiciones se modificaron más tarde, considerablemente, con la alteración sucesiva del estado de las laderas que encuadran el cauce del Lozoya, y especialmente sus embalses.

ORIGEN DE LAS TURBIAS.—Para la construcción de la presa del Pontón de la Oliva, que constituyó, como es sabido, el primer embalse de esta gran conducción de agua del Lozoya, se destinaron por el Gobierno 2.000 presidiarios, acompañados, naturalmente, de la fuerza necesaria para su custodia, y esto requirió la construcción, en las inmediaciones de las obras, de catorce edificios, alguno de ellos de grandes dimensiones, en los que se emplearon grandes cantidades de madera, y, además, para las necesidades domésticas de población tan importante es de suponer que se empleara gran cantidad de leña, y, por último, la fabricación de la cantidad tan enorme de cal que se necesitó para la construcción de los edificios y para la de la grandiosa presa del Pontón de la Oliva hubo, necesariamente, que talar completamente el arbolado circunstante.

El resultado de esto no podía ser otro que dejar completamente desnudo de árboles los terrenos próximos en un radio considerable.

Así ocurrió, en efecto, en los pertenecidos de las cuencas de los arroyos Redubia, Rofredillo, pasada del Atazar y de la Parra, que vierten en el Lozoya en terrenos que corresponden á los términos de Alpedrete, el Atazar y Patones.

Con la terminación de la presa y del canal se agotaron los

lucrativos medios de vida que habían surgido de la venta de las leñas; pero los terrenos que sirvieron de base á esa transitoria explotación no permitieron ya, por su desnudez, ni siquiera mantener bien la ganadería, negocio principal de los moradores de aquellos contornos.

Otro de los hechos que vino á agravar este estado de cosas fué la ley de desamortización. Al amparo de ella se fueron comprando los terrenos casi de balde, y mirando sólo el lucro de momento, sin pensar más que en recoger el inmediato fruto de la venta de las maderas y leñas, se ha destruido y se sigue destruyendo la gran riqueza que representaba el arbolado en la cuenca del Lozoya para dedicar los terrenos al cultivo.

Establecióse primero el de cereales en los terrenos cuaternarios, rompiendo con las labores la capa protectora de plantas que cubría el suelo de estas arcillas; continuaron plantando viñedos y roturando nuevos pedazos; pero como desaparecía así la hierba que tapizaba la superficie sobre la cual discurrían las aguas sin causar erosiones en el suelo subyacente y como sin esa defensa presenta éste, por sus condiciones, una extraordinaria facilidad á la socavación, ya se aportaba con esta roturación de los terrenos un terrible factor, causa fundamental de ulteriores y graves trastornos, más que en la pureza, en la transparencia originaria de las aguas del Lozoya.

Unamos á esto las exageradas pendientes del terreno en las cabeceras de los arroyos y se comprenderá, desde luego, cómo se creaba un concurso de circunstancias desgraciadamente muy favorables para la formación de arroyadas y torrenteras, únicas causas de las turbias de las aguas del Lozoya.

Estos males han ido agravándose constantemente desde la construcción de la presa del Pontón de la Oliva, en toda la cuenca del Lozoya que abastece á Madrid.

Terminada la primera obra del Canal y puesto en explotación el servicio de abastecimiento de aguas en Madrid el año 1858, sobrevinieron las filtraciones del embalse del Pontón de la Oliva, y como el caudal de agua del río en el estiaje era inferior al que se filtraba por el vaso del embalse, fué preciso trasladar la toma de agua, agua arriba del embalse, á Navarejos, donde se construyó una presa de derivación y un canal que ingresaba más agua abajo en el canal primitivo, por bajo del Pontón de la Oliva; toma que más tarde se trasladó, á su vez, á la Parra, punto situado kilómetro y medio agua arriba de Navarejos. Con esta obra se consiguió utilizar todo el caudal de agua que conducía el río en el estiaje, pero como por su escasez en esa época del año no era suficiente para cubrir ni las más apremiantes necesidades de la vida, se incorporaron á las aguas del Lozoya las del Guadalix, río que conduce en el estiaje un caudal inferior al del Lozoya; por eso, muy pronto, fué preciso pensar en construir un nuevo embalse sobre el Lozoya, para cuya instalación fué elegido El Villar, á 21 kilómetros agua arriba de la presa de la Parra.

Gracias á este nuevo embalse se logró dotar á Madrid de un abundante caudal, puesto que en él se almacenan 21 millones de metros cúbicos; pero el problema de las turbias quedó en pie, porque aunque á la salida del embalse del Villar las aguas se hallasen completamente limpias, el solo medio disponible para hacerlas salvar la distancia de 21 kilómetros existente entre dicho punto y la toma de la Parra, en donde habían de ser recibidas, para conducir las aguas abajo del Pontón de la Oliva, á verter en el canal primitivo, era el de hacerlas discurrir por el lecho del Lozoya, y, por consiguiente, en este largo trayecto, habían forzosamente de recoger los arrastres de los arroyos y vertientes de las laderas afluentes y contiguas al río. Por lo tanto, las lluvias más insignificantes en esta zona de la cuenca del Lozoya originaban

turbias de consideración en las aguas que se traían á Madrid para su consumo.

MEDIOS ADOPTADOS PARA EVITAR LAS TURBIAS.—Para evitar estas turbias que tanto molestaban al vecindario de Madrid, era indispensable sustraer las aguas procedentes del embalse del Villar á los efectos de los arrastres de las laderas del Lozoya en esta zona, trasladando la toma de aguas á la presa del Villar, conduciéndolas por medio de un canal cubierto, para ingresarlas en el punto más adecuado del canal primitivo.

La construcción de este canal ha sido la primera obra que se ha llevado á cabo, á partir de la nueva organización de los servicios del Canal de Isabel II, en virtud de la ley de 8 de Febrero de 1907, con el nombre de canal transversal.

Construido el canal transversal, abrigábamos la esperanza de haber conseguido hacer desaparecer casi en su totalidad las turbias, puesto que las más importantes procedían de la sección de río comprendida entre la presa del Villar y la Parra. Como las turbias producidas por los arrastres que conduce el río agua arriba de la presa del Villar entraban en el embalse por la cola del mismo, y como el embalse tiene una longitud de 10 kilómetros y medio, rara vez llegaba el efecto de las mismas á la cabeza del embalse.

Desde el año de 1907, fecha en la que tomamos posesión del cargo de Director técnico, siempre habíamos visto claras las aguas en la cabeza del embalse del Villar, donde se hace la derivación de aguas para Madrid, y, en efecto, desde el 26 de Junio de 1911, fecha en la que quedaron terminadas las obras del canal transversal y se dió paso al agua por él, hasta Junio último, ó sea en cuatro años consecutivos, Madrid dejó de sufrir los efectos de las turbias.

Desgraciadamente, mientras por parte del servicio técnico del Canal se hacía cuanto era posible para evitar las turbias y la suficiente construcción del canal transversal parecía haber resuelto ese problema por lo menos hasta que quedara construido el embalse de Puentes Viejas, por otro lado, se reproducían en la cuenca que hoy abastece á Madrid las mismas causas que habían originado anteriormente las turbias en el largo trozo de río que tenían que recorrer las aguas de aquel embalse antes de ingresar en el canal primitivo.

Roturaciones recientes llevadas á cabo en las laderas de la cuenca ofrecieron nuevamente á las lluvias torrenciales de Junio último, amplio campo de devastación, y el fenómeno de la formación de barrancadas en los terrenos denudados por la roturación produjeron copiosos arrastres de arcillas que dieron lugar á una turbia muy importante y persistente de todo el embalse.

Tan persistente fué ésta, aunque mucho menor en intensidad que las que se desarrollaban en los años anteriores á la construcción del canal transversal, que aun después de aclaradas las aguas del río y sus afluentes, las del embalse continuaron turbias durante el mes de Julio siguiente.

No es hoy cuando ha empezado á preocuparse del importantísimo problema de la purificación de las aguas el Consejo de Administración del Canal de Isabel II, ni el servicio técnico, que al contrario, quedó planteado á raíz de la nueva organización dada al Canal en virtud de la ley de 8 de Febrero de 1907.

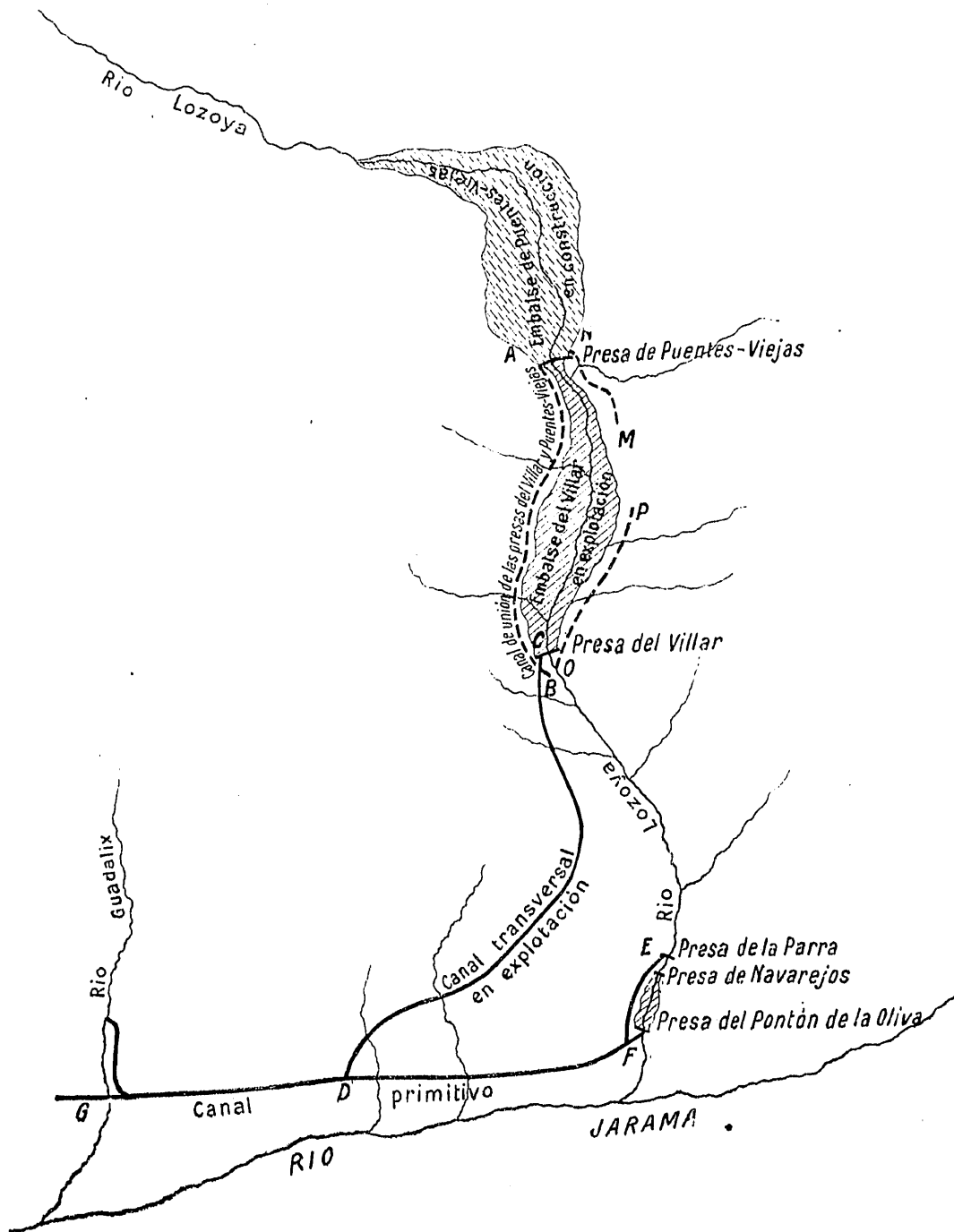
En el mismo año se procedió por el Dr. Chicote á inspeccionar las aguas del río Lozoya, á partir de la toma de aguas entonces situada en la presa de la Parra, hasta los orígenes del Lozoya, recogiendo las muestras necesarias de agua para su análisis bacteriológico y químico.

El resultado obtenido en trabajo tan importante y escrupuloso se imprimió y distribuyó por cuenta del Canal de Isabel II.

Al redactar el plan de obras se tuvieron muy en cuenta cuan-

tas indicaciones aparecen en esta Memoria, y dicho plan, sometido á la Superioridad, fué aprobado. En él existen dos obras de importancia, que son el canal transversal y el embalse de Puentes Viejas: la primera tiene por objeto evitar las turbias y contaminaciones que sufrían las aguas que abastecen á Madrid en el trayecto comprendido entre la presa de la Parra y el Villar, y la segunda aumentar el caudal de agua y mejorar sus condiciones de potabilidad por los importantes efectos de autodepuración que los embalses producen y servir de primer recipiente para que autode-

recorran el trayecto del río *B E* de 21 kilómetros señalado en el esquema, recogiendo todas las impurezas que á él afluyen en ese trayecto, enturbiándose, y recogidas en la presa de la Parra venían á Madrid por el canal antiguo señalado en el esquema con las letras *E F D G*. Para evitar esto se proyectó el canal llamado transversal (que hoy está construido), señalado con las letras *C D*, que empalma con el canal primitivo en *D*; así en vez de verter las aguas de la presa del Villar al río se conducen directamente desde la presa del Villar á Madrid por el canal *C D G*.



puradas en él las aguas del río, fueran á parar á la presa del Villar y sufrieran una nueva autodepuración.

Con la realización de estas obras hemos creído siempre que desaparecerán las turbias por completo, y fundamentamos nuestro aserto en las siguientes consideraciones:

Al redactar el plan de obras que se está realizando en la zona de río que nos ocupa no existía más que la presa del Villar. Como el canal de conducción de aguas á Madrid arrancaba de la presa de la Parra, para surtir de aguas á Madrid era preciso echar al río desde el embalse del Villar el caudal necesario; estas aguas

Habiendo hecho desaparecer la causa principal de las turbias, de más bulto, las llamadas rojas, queda por destruir la segunda causa, ó sean las turbias que se producen agua arriba de la presa del Villar.

Para ello se propone en el plan de obras la constitución de zonas de defensa en toda la cuenca del río Lozoya que abastece á Madrid, labor que ha de resolver definitivamente el problema y que debe llevarse á cabo, desde luego, con constancia y sin interrupción.

Ahora bien, como esta labor forzosamente ha de ser lenta, du-

rante el plazo que duren estos trabajos, pueden combatirse las turbias ó más propiamente contrarrestarse sus efectos en el abastecimiento general, con la construcción de la presa llamada de Puentes Viejas, el canal de unión *A B* de esta presa con la presa del Villar y los canales de desviación de las corrientes de la margen izquierda que en el esquema van señalados con las letras *M N* y *O P*.

La presa de Puentes Viejas cumple dos fines: aumentar el caudal de aguas para el abastecimiento de Madrid, y desviar las turbias que se produzcan aguas arriba del Villar.

Se ha dado comienzo á la realización de estas obras, y el día que estén terminadas, que confiamos será en plazo breve, las aguas que discurren por la cuenca del Lozoya que abastecen á Madrid irán primero á depositarse en el embalse de Puentes Viejas, y entonces, el embalse del Villar se surtirá exclusivamente de aquel embalse; por lo tanto, teniendo cuidado de que al embalse del Villar no vayan á parar del de Puentes Viejas más que aguas claras, como el embalse del Villar es el que surte á Madrid, las aguas serán siempre claras.

Si el embalse de Puentes Viejas llegara á enturbiarse, en vez de verter al embalse del Villar las aguas sobrantes, se verterán en el canal de unión, señalado en el esquema con las letras *A B* que desembocará en el río Lozoya, agua abajo de la presa del Villar, y así quedarán desviadas las turbias del servicio de abastecimiento, á cuyo fin se ha sometido y ha sido aprobada por la Superioridad la ampliación de la sección de este canal para que pueda conducir hasta 100.000 litros por segundo.

Creado este estado de cosas, es necesario tener en cuenta que con esta solución no se aprovechará para el abastecimiento de Madrid toda el agua que puede suministrar el río Lozoya, sino que una parte, la que viniera turbia, se tirará al río aguas abajo de la presa del Villar.

Con el embalse del Villar se consigue regularizar el consumo de la tercera parte del caudal medio mínimo que discurre por la cuenca del Lozoya que abastece á Madrid, y este caudal es bastante para las necesidades actuales, aunque es de temer que, si sobreviniera un estiaje muy extraordinario, resultara muy justo ó no fuera suficiente; por eso es necesario pensar en que, no realizando ulteriores obras que aminoren las turbias que se desarrollan aguas arriba de la presa del Villar, puede volver á plantearse el problema. Claro que esta solución garantiza la desaparición de las turbias para un período de años largo, puesto que del cómputo hecho de los datos que diariamente se toman por el Canal del estado de las aguas del río Lozoya aguas arriba del embalse del Villar, resulta que un 80 por 100 vienen claras y turbias un 20 por 100, y como hoy el caudal que se consume no llega al 40 por 100, el abastecimiento de aguas claras puede quedar garantizado por mucho tiempo.

NECESIDAD DE INSISTIR EN LA REPOBLACIÓN DE LA CUENCA DEL LOZOYA.—A pesar de esto, la experiencia de estos últimos años nos indica que las causas de las turbias, que son las roturaciones, aumentan constantemente, y es necesario, cuanto antes, atajar el mal sin interrupción, y con gran constancia ir adquiriendo los terrenos necesarios para formar las zonas de protección, así como ir realizando las obras de saneamiento necesarias hasta llegar á conseguir que todas las aguas que discurren por la cuenca del Lozoya sean claras y estén exentas de contaminaciones. Esto es lo que continuamente y con insistencia hemos venido pidiendo se haga en las diversas Memorias redactadas por el servicio técnico, y ya el Consejo de Administración acordó invertir 95.000 pesetas en la adquisición de terrenos, corrección de torrentes y vauadas hasta donde alcance dicha cifra, con el propósito de ir consignando cifras más importantes para el expresado fin, acuer-

do que oportunamente se sometió á la superior aprobación, para ir creando las expresadas zonas de defensa.

LIMPIAS DEL EMBALSE DEL VILLAR.—Otro de los puntos muy traído y llevado, como vulgarmente se dice, ha sido lo que afecta á las limpias del embalse del Villar.

Lamentamos muy de veras que antes de emitir opiniones sobre este asunto y dictar disposiciones que han afectado al crédito del Canal de Isabel II, no se haya tenido la atención de pedir datos al servicio técnico, y que esto haya dado lugar á que se formaran juicios equívocos y apasionados respecto á la realidad de las cosas.

Los embalses de la índole del del Villar en realidad nunca se limpian á fondo, ni prácticamente cabe el limpiarlos; lo único que se hace es vaciarlos; pero hecha esta operación, las aguas, discurrendo por el lecho del río, van arrastrando en su curso únicamente los sedimentos situados en dicho lecho, es decir, que si la superficie que ocupa el embalse es de 2 millones de metros cuadrados, como sobre toda esta superficie se posan los sedimentos, al vaciar el embalse, como las aguas del río sólo discurren por su lecho, sólo limpian esta parte, que podrá tener, en el caso del embalse del Villar, una extensión superficial de unos 100.000 metros cuadrados, de modo que se limpia, por decirlo así, una veinteva parte del embalse, si bien es cierto que ésta es la que almacena proporcionalmente mayor volumen de sedimentos.

Para limpiar eficazmente el fondo de un embalse de la magnitud del del Villar, cuya superficie alcanza 200 hectáreas, sería preciso disponer con gran abundancia de agua muy limpia y de alta presión, para adoptar procedimientos análogos á los que se emplean para la limpieza de las plazas públicas de Madrid por medio de fuertes chorros de agua, capaces de desalojar los detritus de toda especie de los más reconditos repliegues de la roca, disolviéndolos y arrastrándolos al lecho del río.

Eso solamente podía hacerse manteniendo vacío durante bastante tiempo ese gran embalse y disponiendo de otro superior y equivalente que, durante ese tiempo pudiese sustituirle, suministrando á la vez el agua bajo presión indispensable para esa limpieza. Y esto solamente podrá conseguirse, debido á las especiales condiciones de la cuenca del Lozoya, cuando se halle concluido y en servicio el embalse de Puentes Viejas.

Al llevarse á cabo con la imperfección que queda apuntada la operación de vaciar y limpiar el embalse del Villar, á raíz de tomar posesión de la Dirección técnica en Febrero de 1908, estudiamos este problema, y vimos que vaciado el embalse, las aguas del río arrastraban los sedimentos del fondo del embalse, y como la toma de aguas estaba situada en la presa de la Parra, resultaba que las aguas que se utilizaban para el abastecimiento de Madrid eran precisamente estas aguas que discurren por el fondo del embalse. Preocupados con este estado de cosas, rogamos al doctor Chicote nos acompañara á la presa del Villar y tomara en ella, una vez vacío el embalse, agua del río, y hecho el análisis, nos manifestara si resultaban ó no influenciadas las aguas por los sedimentos que el río arrastraba en su curso. El resultado del análisis demostró que las aguas estaban influenciadas por esos arrastres.

Como el mal no tenía remedio inmediato, y esta operación se venía haciendo desde que se puso en servicio la presa del Villar (año 1876), no dimos cuenta de las investigaciones hechas, puesto que sólo habrían podido producir alarma, no siendo por aquel entonces posible poner remedio inmediato al mal.

Esto nos convenció de la necesidad de proceder con urgencia á la realización de las obras propuestas en el plan; primero el canal transversal, y luego el embalse de Puentes Viejas: por eso estas obras se incluyeron en el primer quinquenio.

Construido el canal transversal y puesto en explotación, no se desaguó el embalse del Villar, y desde Octubre del año 1911 hasta los primeros días de Noviembre de 1915 se tomaron sin interrupción en el embalse del Villar aguas de superficie, evitando que los sedimentos del embalse fueran arrastrados por las aguas que abastecen á Madrid, puesto que la toma de agua se hace á 28 metros del fondo ordinariamente y á 15 cuando el embalse disminuye ó baja á una cota inferior á 28 metros, pero no del fondo.

Pensábamos seguir la explotación en estas condiciones hasta que construída la presa de Puentes Viejas y el canal de unión de esta presa con la del Villar (obras que están en construcción), nos permitiera poder realizar una verdadera limpieza en el embalse del Villar, puesto que pudiendo quedar entonces garantizado el abastecimiento de aguas de Madrid sin la intervención del embalse del Villar, aprovechando esta circunstancia especialísima de poder dejar este embalse fuera de servicio todo el tiempo que sea preciso, podremos proceder á la limpieza hasta hacer que desaparezcan de él hasta los menores vestigios de sedimentos, y una vez conseguido esto, dejando entrar en el embalse sólo aguas claras, y teniendo en cuenta que su fondo es de roca granítica sin indicio alguno de vegetaciones, podrá entonces asegurarse que el servicio de abastecimiento de aguas de Madrid no tendrá que envidiar á ninguno de los hoy establecidos en las demás capitales importantes.

El Ingeniero-Director,
R. DE AGUINAGA.

(Continuá.)

Medida de la utilidad de los ferrocarriles (1)

POR

ALFREDO PICARD

Miembro del Instituto, Vicepresidente del Consejo de Estado.
é Inspector general de Ponts et Chaussées.

Aplicación del método de Dupuit. — Generalmente el método de Dupuit es de muy difícil aplicación, por falta de conocimiento suficiente de la relación entre las tarifas y el tráfico. Existe en ello una ley de variación, respecto á la cual se poseen muy pocos datos experimentales, aun en los ferrocarriles ya en explotación durante muchos años. En efecto, las tarifas que sirven de base á la tasación solamente han variado dentro de límites relativamente restringidos, y las modificaciones sobrevenidas en la importancia de la circulación se debían á causas múltiples, complejas, entre las cuales es casi imposible averiguar la influencia directa de las tarifas.

De cualquier modo que sea, presentamos un ejemplo de cálculo aproximado, dado á título de simple indicación. Se refiere al total de los ferrocarriles de interés general en explotación en 1910.

Según las estadísticas oficiales del Ministerio de Obras públicas de Francia, la longitud media en explotación fué de 40.484 kilómetros; el gasto kilométrico de primera instalación en 31 de Diciembre de 1909 puede calcularse, aproximadamente, en unos 465.800 francos, á saber:

Gastos de las Compañías (2).....	337.700 francos.
Participación del Estado ó de las localidades en dinero ó en obras.....	128.100 »
TOTAL.....	465.800 »

(1) Extracto del cap. III de la segunda edición de la obra de A. Picard, titulada *Los ferrocarriles* (historia, resultados generales de la apertura de los ferrocarriles, competencia entre sí de los mismos y con la navegación).

(2) Para la antigua red del Estado, precio de reversión de las antiguas concesiones; gastos de construcción y de terminación; gastos complementarios.

Los principales elementos y resultados de explotación se clasifican en esta forma:

Carga kilométrica de los capitales comprometidos por las Compañías (1).....	17.150 frs.
Idem íd. aproximada correspondiente á la participación del Estado y de las localidades.....	6.400 »
Gasto kilométrico de explotación.....	27.000 »
Número de viajeros en distancia entera	} 570.200 »
Cantidad real.....	
Cantidad ficticia correspondiente á la transformación de las accesorias en unidades-viajeros, en prorrateo del ingreso.....	152.600
Tarifa media kilométrica de viajeros.....	3,46 cts.
Ingreso kilométrico de gran velocidad.....	20.000 frs.
Producto kilométrico por el impuesto sobre gran velocidad.....	1.800 »
Producto por unidad-viajero por el impuesto sobre la gran velocidad.....	0,32 cts.
Número de toneladas de mercancías en distancia entera	} 572.700 frs.
Cantidad real.....	
Cantidad ficticia correspondiente á la transformación de las accesorias en toneladas de mercancías á prorrata del ingreso.....	29.700
Tarifa media kilométrica de mercancías...	4,27 cts.
Ingreso kilométrico de pequeña velocidad.....	24.450 frs.
Ingreso kilométrico total, comprendido los diversos ingresos.....	45.100 »
Producto kilométrico de los impuestos y de las economías realizadas por el Estado en algunos servicios públicos.....	7.550 »

Admitiendo por aproximación como precio medio de transporte de viajeros por la vía terrestre el de 10 céntimos por kilómetro, no comprendido el impuesto, y el de 25 ó 30 por tonelada kilométrica de mercancías, si estas cantidades sufriesen un aumento de 10 céntimos la primera y 30 la segunda, anularían la utilidad, serían causa de la aniquilación de los ferrocarriles, aun teniendo en consideración las ventajas de velocidad y regularidad que presenta esta vía de transporte.

Por otra parte, en un cálculo que no tiene pretensiones de ser muy riguroso está permitido suponer que entre las tarifas efectivas y las límites, la reducción del tráfico es sensiblemente proporcional al aumento de la tarifa.

Por último, para no abordar cálculos embrollados, debe hacerse abstracción de las distintas tarifas de grande y de pequeña velocidad, y quedar en la hipótesis de una tarifa media y única, bien para viajeros y bien para mercancías.

Aceptadas estas previsiones, la utilidad relativa del kilómetro de ferrocarril de interés general en explotación en 1910 habría sido para los usufructuarios:

	Francos.
En lo que se refiere á la gran velocidad de $\frac{1}{3} \times 570.200 \times 0,10$ francos ó.....	28.510
En lo que se refiere á la pequeña velocidad de $\frac{1}{3} \times 572.700 \times 0,30$ francos ó.....	85.905
TOTAL.....	114.415

La relación entre la cantidad así obtenida y el importe del ingreso bruto es de 2,5.

En el conjunto, la utilidad relativa de la red de interés general habría excedido para los usufructuarios en 1910 de dos millares y medio de millones. Un cálculo análogo, tomando como base el año 1881, me había conducido anteriormente á una evaluación de un poco más de dos millares de millones. ¡La simple

(1) Cargas calculadas, para la antigua red del Estado, á la tarifa ficticia de 4,50 por 10j.