

Datos sobre aportaciones sólidas de algunos ríos españoles

Los resúmenes publicados por el Servicio de Trabajos hidráulicos indican los períodos en que una corriente lleva turbias sus aguas. Esta indicación no tiene carácter cuantitativo alguno y no es posible deducir la importancia que puedan alcanzar los arrastres sólidos de aquellas corrientes.

El asunto es de interés para determinar la duración de un embalse, el decrecimiento progresivo de su capacidad útil, la suplementaria con que debe dotarse u otros problemas análogos que se refieren a los entarquinamientos de los pantanos.

La Comisión para estudio del aprovechamiento integral de los recursos hidráulicos de la cuenca del Guadalquivir, ante la falta de elementos de juicio suficientes para tener una idea, siquiera fuese aproximada, de los arrastres sólidos de los ríos de la cuenca, estableció una serie de estaciones de aforos de aportaciones sólidas. La presente nota es un extracto tomado del proyecto redactado por la citada Comisión en 1926 y que tiene por objeto indicar los resultados generales que dan el orden de magnitud de aquellos arrastres.

Forma en que se ha hecho la determinación de las aportaciones sólidas.—Dentro de la misma cuenca se habían hecho anteriormente determinaciones cuantitativas, pero con carácter aislado ¹, que dan el arrastre sólido momentáneo en una sección. Es sabido que los arrastres sólidos de una corriente están constituidos por elementos de tamaño muy distinto, desde los grandes bloques arrastrados de tarde en tarde por las crecidas máximas, y principalmente en las corrientes de mayor pendiente, hasta el limo impalpable. Hay, pues, una extraordinaria representación de cuerpos sólidos movidos por las aguas, sin incluir, naturalmente, por la escasa importancia que tienen para nuestro objeto, los cuerpos del mundo vegetal y hasta los del reino animal, que son también arrastrados.

Hemos limitado nuestro estudio a dichos elementos finos, ya que, en general, son los que tienen mayor importancia desde el punto de vista cuantitativo en las zonas de emplazamientos de los embalses que se han propuesto.

El aforo se hizo tomando diariamente muestras de los ríos en determinada sección de su cauce y cerrándolas en botellas de un litro, las cuales eran mensualmente e individualmente analizadas para determinar los elementos sólidos que contenían.

Esta determinación se hacía en la forma siguiente: Primeramente, comenzamos por desecar los filtros en una estufa de desecación, a una temperatura de 80° C por espacio de dos horas, hasta que obteníamos dos veces consecutivas el mismo peso, lo que nos indicaba que había perdido el filtro toda humedad.

Después de agitar el frasco en que estaba la muestra de agua turbia, con objeto de que quedara en sus-

pensión uniforme la materia sólida, medíamos 500 cm³ y los filtrábamos cuidadosamente.

Terminada esta operación, desecábamos el filtro y el residuo en la estufa, a la misma temperatura anterior de 80° C, hasta que obteníamos dos pesos consecutivos iguales. Por diferencia deducíamos la aportación sólida.

De este dato hemos partido, suponiendo que la aportación sólida en la corriente natural era proporcionalmente la misma que en la muestra. Basta conocer el dato de caudal mixto prácticamente igual al líquido para determinar, por último, el caudal sólido en suspensión.

Observaciones sobre el método seguido.—Estamos convencidos de que el método seguido no es rigurosamente exacto, especialmente por lo que se refiere a la toma de muestras, pues durante un mismo instante variará seguramente la aportación sólida de la corriente de uno a otro punto y será distinta junto al fondo que en las proximidades de la superficie. Pero para nuestro objeto de tener una primera aproximación de la cuantía de las aportaciones sólidas más importantes de la corriente, estimamos ha sido suficiente el método seguido.

Estaciones en las que se han hecho observaciones de aportaciones sólidas.—En el río Guadalquivir establecimos tres estaciones: una en el Tranco, la más alta de la cuenca, por el interés que ofrece para el pantano en proyecto en dicho sitio; las otras dos, en las centrales de Mengíbar y del Carpio, pertenecientes a la Compañía Anónima Mengemor, quien nos ha dado grandes facilidades para este trabajo, por lo que es de justicia manifestar nuestro agradecimiento al presidente de la misma, D. Carlos Mendoza, y a su director, D. Angel García de Vinuesa.

En el Guadalimar y sus afluentes establecimos otras tres estaciones de aforo. Una en el Guadalmena, junto al Molino de Macayo; otra en el mismo Guadalimar, frente a la Puerta, y la última en el salto de Olvera, perteneciente también a la Compañía Anónima Mengemor. Estas tres estaciones dan una idea bastante aproximada de la aportación sólida del río Guadalimar, en distintos puntos de su curso.

Para el estudio de las aportaciones sólidas de los afluentes de Sierra Morena elegimos los ríos Rumbler, Jándula, Guadalmellato y Guadiato, emplazando las estaciones de aforo lo más próximo que fue posible a los pantanos en curso de ejecución en dichos ríos o a los que hay en proyecto. Así, la del río Rumbler se estableció en el Cortijo de Juan de las Vacas; de la del Jándula se encargó la Sociedad Anónima Canalización y Fuerzas del Guadalquivir, montando una estación en La Lancha, donde se construye actualmente la presa del embalse del Jándula. Las observaciones del Guadalmellato han sido ejecutadas bajo la dirección del director de su pantano, D. Vicente de la Puente, a quien también debemos dar las más expresivas gracias por cuantas facilidades nos dió, no sólo para este estudio, sino para recoger muchos datos interesantes, especialmente sobre

¹ Comisión de estudios de un plan de riegos del Valle inferior del Guadalquivir, por D. Enrique Martínez y Ruiz de Azúa, publicado por la Dirección General de Obras públicas.

Aportaciones sólidas del río Guadalquivir y sus afluentes

M E S E S	GUADALQUIVIR		AFLUENTES DE LA MARGEN DERECHA							AFLUENTES DE LA MARGEN IZQUIERDA		
			GUADALMENA	GUADALIMAR		RUMBLAR	JÁNDULA	GUADALMELLATO	GUADIATO	GUADIANA MENOR	QUIEBRAJANO	GENIL
	Mengíbar	El Carpio	Molino de Macayo	La Puerta	Olvera	Cortijo de Juan de las Vacas	La Lancha	Pantano	Puente de la carretera de Villaviciosa	Los Propios	Huerta de la Vereda	Loja
Cuencas: km ²	16 288	23 402	992	431	2 553	589	2 300	1 200	638	7 105	154	3 999
Aportaciones mensuales, en toneladas, por kilómetro cuadrado de cuenca												
Noviembre	—	—	(120,00)	(206,00)	(465,00)	(15,40)	(36,680)	(5,08)	(16,20)	(915,00)	(84,50)	26,20
Diciembre	(1,12)	(1,55)	5,05	23,25	12,30	0,70	0,30	0,34	0,32	4,68	2,32	10,10
Enero	12,50	54,20	56,50	89,00	78,50	0,47	0,24	0,17	0,17	243,00	19,40	16,62
Febrero	13,70	10,60	10,30	18,20	13,70	4,45	0,95	1,84	3,50	12,60	21,70	25,93
Marzo	16,30	9,10	13,75	33,50	10,90	4,20	0,50	0,95	2,08	25,30	3,60	15,70
Abril	4,65	0,55	2,20	3,20	1,07	0,39	0,10	0,10	0,18	—	0,73	3,29
Mayo	14,10	(0,25)	—	—	(31,5)	—	(0,04)	0,15	(0,26)	—	(7,25)	29,60
Junio	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,55
Julio	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,10
Aportaciones máximas diarias observadas												
a) En milésimas	4,02	6,76	5,56	6,20	17,64	1,12	2,40	0,38	0,78	103,72	15,76	12,40
b) En toneladas	¹ 42 793	284 088	46 597	22 766	383 523	6 078	30 257	4 209	6 477	² 2 765 340	4 860	39 984
En toneladas por km. ² de cuenca	2,64	1,21	47,00	52,50	151,00	10,26	12,10	3,50	10,10	387,00	31,50	10,00
Caudales del río, correspondiente a la aportación máxima, en milésimas y toneladas	82,11	486,40	97,00	42,50	255,57	62,81	145,92	128,20	96,11	168,00	12,82	22,40
Caudal máximo del río, en m ³ /s	269,18	1 221,00	99,00	44,00	262,00	62,00	344,00	181,00	96,00	312,50	27,58	46,00
		2 379,00								312,00	43,00	190,00

¹ No corresponde a la máxima en milésimas ($\alpha = 1,84$).

² No corresponde a la máxima en milésimas ($\alpha = 102,42$).

Resultados obtenidos.—Por no alargar esta nota dejamos de presentar los estados de aforos sólidos en los cuales, día por día, para las distintas estaciones, aparecen los resultados de los análisis de las muestras correspondientes del agua. Nos limitamos a presentar en dos cuadros, números 1 y 2, los resultados más importantes.

El número 1 contiene, en primer término, las aportaciones sólidas respecto al agua, ambas apreciadas en peso y referidas a valores medios mensuales determinados por cociente entre la aportación sólida mensual y la aportación líquida durante igual período de tiempo.

En segundo término, contiene ese mismo resumen las aportaciones sólidas mensuales, expresadas en toneladas, las cuales se han deducido de los valores diarios de aportaciones sólidas relativas que han dado los análisis y los caudales líquidos aforados.

También, y por último, contiene el cuadro de referencia los caudales líquidos mensuales en las distintas estaciones, expresadas en m³ por segundo.

El cuadro número 2 encierra diversos datos interesantes dentro de este problema: extensiones de las cuencas alimentadoras correspondientes a las estaciones de aforo de caudales sólidos; aportaciones mensuales en toneladas referidas al kilómetro cuadrado de cuenca, y las aportaciones máximas diarias dentro del período de duración de los aforos, expresando estas últimas en milésimas, en toneladas por kilómetro cuadrado de cuenca y con los datos también de los caudales líquidos correspondientes.

Estos resultados están en armonía con la constitución geológica de las cuencas correspondientes y sus estados de cultivo. Los ríos de Sierra Morena (Rum-

respecto a aforos de caudales líquidos y porque los análisis de muestras sólo se practicaron durante los meses de diciembre de 1926 y febrero de 1927, que dieron resultados de aportaciones sólidas sumamente reducidas y de cuantía análoga a las de otros ríos de pocos arrastres: Jándula, Guadalmellato, etc.

Resumen general.—El Guadiana Menor es el río que ha presentado mayor aportación sólida, pues en el período de observaciones alcanza un valor medio de 12,13 milésimas. Sigue luego el Guadalimar, en Olvera, con 1,87, y a continuación el Genil, en Loja, con 1,24. El Guadalimar, en La Puerta, presenta también una aportación relativamente considerable, pues es de 1,01.

Los afluentes de Sierra Morena presentan, como ya hemos dicho, una gran limpidez de aguas, pues los valores medios de aportaciones sólidas, y por su orden de mayor a menor, son: el Jándula, con 0,30 milésimas; el Rumblar, con 0,20; el Guadiato, con 0,18, y el Guadalmellato, con 0,07 milésimas.

Para dar una idea de lo que estas aportaciones representan, tomando como tipo el Jándula, equivale a decir que durante cien años la aportación sólida será de unos 7 millones de metros cúbicos.

El Guadalquivir presenta en Mengíbar una aportación media de 0,55 milésimas, y en El Carpio de 0,65. Resulta, pues, que los afluentes de Sierra Morena son, prácticamente, de aguas claras y tienen muy grandes arrastres el Guadiana Menor, y en menor proporción el Guadalimar y el Genil.

Estos resultados están en armonía con la constitución geológica de las cuencas correspondientes y sus estados de cultivo. Los ríos de Sierra Morena (Rum-

blar, Jándula, Guadalmellato y Guadiato) se desarrollan en cuencas de terrenos primitivos, con pizarras y granitos principalmente, y, en general, con escasos cultivos.

El Guadalimar tiene en parte de su cuenca esta misma clase de terrenos; pero en otra parte entra el triásico, cuyas denudaciones rojizas motivaron su terminación (río rojo de los árabes), aunque ya se ve por los análisis realizados que su aportación sólida no llega a tener excepcional cuantía y es desde luego menor que la aparentada por sus aguas, muy intensamente teñidas, de ordinario.

La cuenca del Guadiana Menor tiene muchas margas yesosas, con otras formaciones terrosas desnudables, con ondulaciones suaves, abundando los cultivos. El país tiene aspecto lunar. Las aguas turbias son opalinas, y, al contrario que el Guadalimar, no aparentan la enorme aportación sólida que llevan en suspensión y que han puesto de manifiesto los análisis.

En Mengíbar y El Carpio, sobre el Guadalquivir, las cuencas son más complejas y se prestan menos a deducir relaciones individuales entre la naturaleza de aquéllas y la cuantía de sus aportaciones sólidas.

A. DEL AGUILA

Profesor de la Escuela de Ingenieros de Caminos

La electrificación de los ferrocarriles españoles

Este tema, ya de por sí muy interesante en toda época, ha adquirido, de dos años a esta parte, una relevante actualidad, no solamente porque este período ha sido señalado por la inauguración de la tracción eléctrica en varias importantes líneas españolas, sino también, y muy principalmente, porque el excelentísimo señor conde de Guadalhorce, ministro de Fomento, con una acertada y clara visión del porvenir y percatado de la importancia que para los intereses generales del país posee la armónica solución de los problemas de la producción y de la utilización de la energía eléctrica en España, ha mostrado decidido empeño en encauzar las múltiples cuestiones que de estos problemas se derivan, confiando su estudio, como primer paso para llegar a las soluciones prácticas, a diversos organismos técnicos para estos fines creados: la Comisión para el Estudio de la Electrificación de líneas férreas (hoy disuelta, una vez cumplido su cometido), el Comité Técnico de Electrificación de Ferrocarriles y el Consejo de Energía.

La complejidad de estos estudios, que impone una marcha lenta si han de reunirse los datos que en número muy considerable se necesitan en cada caso para la formación de una visión de conjunto y si ha de escucharse a tantísimas partes interesadas, a veces con intereses encontrados; la sucesiva creación de los organismos citados y las noticias más o menos infundadas que, de vez en vez, aparecen en la Prensa diaria sobre la inminencia de planes y resoluciones, han contribuido a desorientar a la opinión, introduciendo dudas acerca de la actuación y eficacia de los repetidos organismos; y al decir esto me refiero casi exclusivamente a los encargados del estudio de la electrificación de ferrocarriles, que son los que hasta ahora han tenido vida oficial (el Consejo de Energía es de recentísima constitución), y cuyo tema ha sido el más comentado con menor conocimiento.

Si a esto se añade el «casi secreto» en que se han tenido las conclusiones de los trabajos de la Comisión para el estudio de la electrificación de líneas férreas (único organismo que hasta ahora ha tenido tiempo y ocasión de emitir dictamen), más que a otra cosa debido a la modestia de sus miembros; si se consideran los apasionados comentarios que surgen siempre alrededor de todo propósito de Gobierno y que, deformados, trascienden al público y las especies que para sus fines propios lanzan los intere-

ses creados o por crear en torno de asunto de tantísima trascendencia, no es de extrañar que para cualquier espectador, sea técnico o profano, la cuestión de la electrificación de los ferrocarriles españoles aparezca como algo caótico y desbaratado, cuando, por el contrario, en su ordenación va ya empleado mucho esfuerzo y tanto se sigue trabajando en el mismo sentido.

A disipar estas dudas, poniendo de relieve la actuación de la extinguida Comisión de electrificación, y a desvirtuar juicios ligeros escuchados sobre una de sus principales conclusiones (el sistema de corriente a emplear en la electrificación de los ferrocarriles españoles) se encaminan estas notas, extremos que me interesa aclarar no tanto como vocal que fui de la citada Comisión, sino muy principalmente como técnico.

I

Por Real orden del Ministerio de Fomento de 1928 fué nombrada la Comisión para el Estudio de la Electrificación de líneas férreas, cuya misión, según rezaba aquélla, era no solamente la redacción de un plan de electrificación de ferrocarriles, sino la del programa a que habría de ajustarse este plan y la reglamentación de las características de las instalaciones y del sistema de electrificación, al objeto de conseguir «la mayor uniformidad posible» en los mismos.

Constituída la Comisión con arreglo a las normas contenidas en la Real orden citada, comenzó sus trabajos en el mes de abril de 1928, siendo su presidente el señor conde de Fontao, como vocal del Consejo Superior de Ferrocarriles; vocales, los Sres. Hernández Delás y Brioso, ingenieros del Estado; los señores Gibert, Messa y García Lomas, en representación de las Compañías de Ferrocarriles; el Sr. Rodríguez Bruna, por el Ministerio de Trabajo; los Sres. Junoy y Valentí, representantes de la Federación de Industrias; el firmante, en representación de las Industrias Hidroeléctricas, y el Sr. Gómez Zapatero, ingeniero del Consejo Superior de Ferrocarriles, que actuó de secretario.

El programa de la Comisión era de arduo trabajo, agravado por la premura con que se le exigía un primer informe. Sobre todo en lo concerniente