

A esto se reduce nuestro sistema que nos ha permitido adelantar hasta 6 kilómetros diarios en el trazado en terreno bastante quebrado, marchando á caballo casi constantemente para dirigir las operaciones y practicar los reconocimientos parciales aprovechando el tiempo invertido por las cuadrillas en el trazado de alineaciones rectas, vigilando el orden de los trabajos y llevando la libreta que se comprueba á cada anotación.

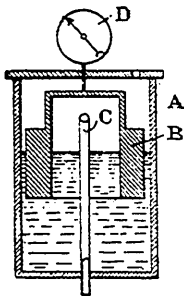
Al volver del campo, cada noche, no hay la rectificación de libretas que es necesaria con los demás sistemas, y al llegar al gabinete se encuentra ya muy adelantado el trabajo para el proyecto.

Ávila 26 de Noviembre de 1906.

MANUEL GONZÁLEZ MARTÍ.

MANOMETRO DE TIRO PHOENIX

El manómetro de tiro, sistema Poenix, presentado en la Exposición de automóviles que se ha celebrado en Londres, se compone: 1.º De una caja metálica cerrada A, cuyo interior está en comunicación con la atmósfera, y que contiene una cierta cantidad de glicerina. 2.º De un cilindro B, abierto en su parte inferior, que es un flotador. En el cilindro B desagüa un tubo C, que pone el espacio cerrado que aquél limita en comunicación con el punto de la chimenea donde se trata de medir el tiro. El cilindro B desciende ó se eleva en el baño de glicerina, según que el vacío parcial debido al tiro es más ó menos importante.



Este instrumento es extremadamente sensible y el cilindro B se desplace en cantidades muy notables para variaciones de presión apenas perceptibles por medio de los otros manómetros.

Para hacer estos movimientos visibles, los constructores del aparato MM. Sanders Rehders and Cº, de Londres, enlazan el

cilindro B con una aguja móvil delante de un cuadrante D, ó un estilete móvil delante de una hoja de papel fijada á un tambor movido por un aparato de relojería. El aparato registrador constituido de esta última manera es muy útil para darse cuenta de la regularidad en la marcha del juego, y la curva que en él se obtiene registra todos los periodos de apertura de las puertas del hogar.—O.

SERVICIO CENTRAL DE TRABAJOS HIDRÁULICOS

COMISIÓN DE ESTUDIO

DE LAS

OBRAS PARA RIEGO EN LA REGIÓN INFERIOR DEL GUADALQUIVIR

PLAN DE OBRAS

para una zona de 95.000 hectáreas con 40 por 100 de cultivo intenso.

(CONTINUACIÓN)

Alcance de la ley de Newel.—La exactitud de esta ley puede apreciarse solamente cuando se comparan cuencas diversas de condiciones idénticas, aplicando á cada una la media total correspondiente á un largo periodo de años, pero no tiene valor alguno si se refiere á la misma cuenca cuyos coeficientes y lluvias medias de varios años sean conocidos, para deducir el coeficiente que corresponderá á una lluvia determinada. Justificaremos esta opinión al indicar los coeficientes de aprovechamiento en algunos puntos de la cuenca del Guadalquivir deducidos de los estados de aforo de la División de Córdoba.

Coefficientes de aprovechamiento en la cuenca del Guadalquivir.—Sirviendo de base estos aforos y conociendo las superficies de las cuencas alimentadoras correspondientes á cada escala y las alturas pluviométricas en las diversas zonas, se han redactado las tres hojas del anejo núm. 6 que se refieren á los aprovechamientos efectivos de las aguas de lluvia para cada año en los diferentes puntos del cauce principal.

Á continuación exponemos el resumen de aquel cuadro.

CUENCA	MÓDULOS Ó COEFICIENTES DE APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS DE LLUVIA											
	1887-88.	1888-89.	1889-90.	1890-91.	1891-92.	1892-93.	1893-94.	1894-95.	1895-96.	1896-97.	1897-98.	1898-99.
Guadalquivir.												
Calancha.....	"	"	"	"	"	"	0,14	0,19	0,22	0,14	0,085	"
Menjibar.....	0,28	0,26	0,16	0,12	0,22	0,10	0,08	0,13	0,18	0,19	0,085	"
Villa del Rio.....	"	"	"	"	"	"	"	0,12	0,15	"	"	"
Córdoba.....	"	"	"	"	"	0,09	0,085	0,12	0,12	0,17	0,085	0,11
Palma del Rio.....	"	"	0,14	0,10	0,17	0,10	0,08	0,12	0,12	0,22	0,08	"
Cantillana.....	"	0,20	0,14	0,16	0,22	0,13	0,14	0,15	0,16	0,22	0,08	"
Genil.												
Pinos Genil.....	"	"	"	"	"	1,07	1,10	1,28	1,14	1,31	1,04	"
Loja.....	"	"	"	"	0,45	0,58	0,30	0,26	0,56	0,44	0,35	"
Puente Genil.....	"	"	"	"	"	"	0,33	0,30	0,56	"	"	"
Palma del Rio.....	"	"	"	"	"	"	0,19	0,25	0,43	"	"	"
Guadalimar.												
Baeza.....	"	"	0,30	"	"	0,16	0,075	0,88	0,15	0,27	"	"
Ribera de Huelva.....	"	"	"	"	"	0,10	0,07	0,30	0,31	0,70	0,55	"

Del estado anterior se deduce que en el cauce principal, desde Calancha (Jodar, Jaén) hasta Palma del Río (Sevilla), los coeficientes de aprovechamiento superficial de aguas de lluvia disminuyen, por regla general, á medida que la pendiente del cauce es más pequeña y la superficie de la cuenca mayor, aumentando en este caso las pérdidas por evaporación y filtración.

El coeficiente máximo obtenido es de 0,28 y el menor de 0,08.

En la escala de Cantillana se observa una alteración de esta ley, perturbada por la aportación del Genil, que desagua en el río principal frente á Palma del Río; pues parte del caudal de este afluente procede del derretimiento de las nieves de Sierra Nevada. Se ve, en efecto, que los aforos registrados en la escala de Pinos Genil (á 25 kilómetros del origen del río) arrojan, por regla general, mayor volumen de agua que el correspondiente á las lluvias caídas en la parte alta de la cuenca; esta proporción disminuye bastante en la escala de Loja, influyendo sobre el resultado la extensión de la cuenca en la parte media de este río; la escala de Puente Genil acusa sensiblemente el mismo resultado.

Los coeficientes de las escalas establecidas en el Guadalimar y Ribera de Huelva varían entre límites más extensos que los del río principal, siendo, por regla general, superiores á los de éste.

La importancia práctica de estas cifras está fuera de duda y se comprende cuánta sería la seguridad para el cálculo de las aportaciones en los pantanos, pudiendo disponer de datos completos durante un período de bastantes años, así como de los estados pluviométricos correspondientes. Por fortuna, los aforos que ahora practica la División del Guadalquivir, recomendados por la Superioridad como servicio preferente, subsanarán estas deficiencias.

Nuestro trabajo tiene por objeto suplir la falta de aforos en los cauces que ha reconocido la Comisión, cuyas cuencas alimentarán los embalses que proponemos con destino á los riegos de la región inferior del valle del Guadalquivir.

Es verdaderamente sensible no disponer de los aforos del río Guadalimar correspondientes al año 1897-98, que hubieran permitido calcular por eliminación los coeficientes de aprovechamiento de las cuencas reunidas de algunos afluentes de Sierra Morena, como podemos hacerlo para 1892-93, 1893-94 y 1894-95, elegidos entre los seis que aparecen en el cuadro, por corresponder á los años más secos.

En 1892-93 los coeficientes de aprovechamiento del Guadalquivir han sido respectivamente 0,10 — 0,09 y 0,10 en Mengibar, Córdoba y Palma del Río, y de 0,16 en el Guadalimar, resultando de 0,09 el correspondiente á los ríos Guadiana Menor, Jandullilla y Guadalbullón reunidos, encontrando la misma cifra 0,09 para el Rumblar, Jándula, Salado (arroyo y río), Yeguas, Arenoso y Guadalmellato. Para las cuencas del Guadiato, Guadajoz y Bembezar el coeficiente es de 0,16.

En el año 1893-94, los coeficientes del Guadalquivir en las escalas anteriormente citadas, han sido de 0,08 — 0,085 y 0,08, y el de Guadalimar de 0,075, mientras que para los cauces agrupados han sido de 0,10 — 0,11 y 0,07, respectivamente.

En 1894-95, sirviendo de base los aprovechamientos de Mengibar, Villa del Río, Córdoba y Palma, en el río principal, y el de Guadalimar, se deduce que el coeficiente para el primer grupo de cuencas parciales, es de 0,20; de 0,10 para la cuenca de Jándula; 0,21 para la de los ríos Arenosa y Guadalmellato, y de 0,14 para el grupo Guadiato, Guadajoz y Bembezar.

Para deducir los coeficientes de aprovechamiento de las aguas de lluvia en determinadas zonas de la cuenca del Guadalquivir, hemos utilizado las alturas pluviométricas registradas por los Observatorios más próximos, pero esta hipótesis puede no ser exacta en la práctica, por no corresponder las alturas adoptadas á las verdaderas de cada una de las cuencas parciales, que serán mayores ó menores que las primeras, pero siempre podremos contar como mínimo con la cantidad de agua que se fijará para alimentación de los pantanos, después de clasificar las cuencas parciales en grupos de diferentes condiciones.

Conocidas las condiciones generales de aprovechamiento de las aguas de lluvia en la cuenca del Guadalquivir, se ve la poca importancia de la ley de Newel aplicada á cuencas aisladas aunque se disponga de numerosas observaciones pluviométricas y de los aforos correspondientes, pues los estados del anejo número 6 indican que hay años en que con lluvias abundantes llevan los cauces menos agua que en otros de lluvias escasas, por influir en la aportación fluvial, además de la altura pluviométrica, la repartición de las lluvias, su intensidad, la temperatura y el estado higrométrico.

Sólo cuando se comparan varias cuencas de condiciones análogas, conociendo para cada una las medias pluviométricas y el aprovechamiento de muchos años, puede dar la ley de Newel resultados prácticos.

De lo anteriormente expuesto se deducen las siguientes consecuencias:

1.^a Algunos afluentes del Guadalquivir sólo aprovechan en determinados años el 7 por 100 de la lluvia caída en su cuenca.

2.^a Esta cifra mínima sólo debe aplicarse á los afluentes de la margen izquierda (exceptuando el Genil), cuya escasa pendiente y la naturaleza permeable del terreno dan lugar á grandes pérdidas.

3.^a El aprovechamiento en la parte alta del Genil es considerable por las especiales condiciones de la cuenca alimentadora, que comprende el macizo de Sierra Nevada, siendo bastante elevado en las regiones media é inferior.

4.^a Las cuencas de los afluentes de la margen derecha pueden clasificarse en tres grupos, según sus condiciones de extensión, pendiente y permeabilidad, habiendo adoptado para las de pendiente regular con terrenos impermeables un aprovechamiento de 12 por 100; para las de mediana pendiente y algo permeables el coeficiente 0,08, y, finalmente, 0,10 para las cuencas de condiciones intermedias.

5.^a Conviene no perder ya un sólo día en el servicio de aforos reanudado en el año actual por la División de Trabajos hidráulicos del Guadalquivir en el río principal y cauces secundarios, á fin de obtener datos suficientes para completar este trabajo.

Coefficientes adoptados para los pantanos de Guadalquivir y Guadalmellato.—En el proyecto del pantano de Guadalcacín no se aceptan coeficientes precisos para el cálculo de las pérdidas por filtración y evaporación en la cuenca alimentadora, limitándose á hacer observar que aun en el caso más desfavorable se recogerá el volumen supuesto de 76,5 millones de metros (con 600 kilómetros cuadrados de cuenca y 500 milímetros de altura pluviométrica), cuyo aprovechamiento de 25,50 por 100 es inferior (según el autor del proyecto), al que se adopta comúnmente para cuencas de condiciones análogas (pequeña superficie, gran pendiente y terreno no muy permeable), comprendido entre el 33 y 50 por 100 del agua llovida.

En el proyecto del pantano de Guadalmellato se deduce por aforos directos que el aprovechamiento de la cuenca fué 9,60 por 100 en el año 1898-1899, descendiendo á 2,40 en el año 1904-1905. Dudamos de la exactitud de este dato, que actualmente se ocupa en comprobar la División de Trabajos Hidráulicos del Guadalquivir, pudiendo asegurar por noticias particulares, que dicha cifra será refutada.

Aportaciones del río principal y del Genil en Palma del Río. Idem en Cantillana y Calancha.—En el anejo núm. 5 incluimos los estados de aforos de los dos ríos Guadalquivir y Genil en la escala de Palma, así como los de Cantillana, que corresponden á la escala establecida en la región inferior del cauce principal, y los de Calancha en la parte alta de la cuenca.

Los gastos se expresan en metros cúbicos por segundo para cada uno de los días correspondientes á los once años (1888 á 1898) de cuyos aforos disponemos.

En este período el estiaje mínimo de diez metros cúbicos por segundo en la escala de Palma para los dos ríos reunidos, corresponde al mes de Agosto de 1898, distribuido por partes igua-

les entre aquellos cauces, siendo la aportación mínima en la escala de Cantillana de 11 metros en la misma época.

Indicamos á continuación los resultados totales para cada año, en las tres estaciones de aforo:

ESTACIONES DE AFORO		MILLONES DE METROS CÚBICOS POR AÑO										
		1888.	1889.	1890.	1891.	1892.	1893.	1894.	1895.	1896.	1897.	1898.
Palma del Río.	Guadalquivir...	"	3.756	2.510	2.845	5.295	1.728	1.610	5.471	1.763	4.133	2.118
	Genil.....	"	1.408	1.088	965	1.442	974	785	2.442	847	719	688
Totales.....		"	5.164	3.548	3.810	6.737	2.700	2.395	7.913	2.610	4.852	2.806
Cantillana.....		1.403	4.636	3.918	4.653	8.131	2.798	2.468	9.205	2.723	5.957	2.639

La escala de Cantillana, situada aguas abajo de Palma, permite conocer la aportación total del Guadalquivir antes de la región marítima, no pudiendo explicar satisfactoriamente la anomalía que presentan los aforos de los años 1889 y 1898, que acusan en la escala inferior menos caudal que en la superior, siendo este resultado inadmisibles. El servicio de aforos implantado recientemente por la División podrá aclarar esta duda.

Con objeto de apreciar mejor las aportaciones en el tramo del río principal situado por debajo de la escala de Palma en los diez años comprendidos entre 1889 y 1898, presentamos unos gráficos obtenidos de los estados de aforo (anejo núm. 7), cuyo trabajo es muy útil para calcular el volumen que deberán aportar los embalses cuando los riegos exijan mayor dotación de agua que la suministrada por los cauces.

Estiaje mínimo en la región inferior.—Comprobación en el verano de 1906.—El estiaje mínimo es de diez metros cúbicos, con cuyo caudal no se ha resentido nunca el servicio de navegación por la ría del Guadalquivir, que los barcos recorren aprovechando las horas de pleamar; este aforo ha sido comprobado durante los últimos días del mes de Agosto del año por el personal de la Comisión, debiendo advertir que el río ha aportado durante este verano un caudal mínimo.

El estiaje mínimo influye muy poco en las necesidades de la navegación.—El Ingeniero Sr. Ezcurdia, Director del puerto de Sevilla, decía en la Memoria correspondiente al año 1891-92:

«Durante los cuatro primeros meses del actual año económico, el río Guadalquivir en su estiaje ha suministrado á la ría un mínimo de caudal pocas veces conocido, mientras los demás afluentes directos presentaban completamente secos sus cauces. La navegación, sin embargo, no por eso ha experimentado perjuicio, porque han reinado con mayor amplitud las mareas y la intensidad de las corrientes ascendentes en aguas vivas ha superado notablemente á la que presentan en épocas de más concurso fluvial, por lo cual creemos de gran utilidad consignar este hecho, que, relacionado con los aprovechamientos de regiones superiores y comprobado en beneficio de los intereses generales, pudiera quizás contribuir á variar algunas suposiciones ó modificar ideas sustentadas por personas de notoriedad bien conocida.»

El estiaje mínimo en Agosto de 1891 (Cantillana) ha sido de 29, 30 y 31 metros cúbicos, refiriéndose sin duda á este volumen el Ingeniero Sr. Ezcurdia; el estiaje se ha reducido mucho en los años siguientes, llegando á 10 y 11 metros en el mes de Agosto de 1897 y 98.

El Director actual del Puerto de Sevilla Sr. Molini, dice en la Memoria sobre el estado y progreso de las obras de la Ría del Guadalquivir, correspondiente al año económico de 1895-96:

«No han sido numerosas las avenidas que ha experimentado el Guadalquivir en el año á que se refiere la Memoria; una de importancia iniciada el 25 de Octubre, y otra insignificante que

se experimentó en los días 25, 26 y 27 de Diciembre, son las únicas que deben mencionarse. Durante los demás de la estación de lluvias de invierno y primavera, las aguas del Guadalquivir han permanecido excesivamente bajas, dando lugar á uno de los estiajes más largos y escorados que se han conocido».

El estiaje en los meses de Agosto y Septiembre de 1896 ha sido 18 metros cúbicos, cifra muy inferior á la del estiaje de 1891-92 á que se refería el Sr. Ezcurdia en su Memoria, pudiendo, sin embargo, llegar á Sevilla barcos de 18 pies de calado, precisamente en los días de menor aportación fluvial (9 de Agosto y 6, 7 y de Septiembre).

El estiaje de 1897-98, de 11 y 12 metros cúbicos en Cantillana, es el más pronunciado entre los años cuyos datos tenemos á la vista, y á pesar de esta mínima aportación de agua dulce, la navegación en la ría se ha hecho en buenas condiciones, en mareas muertas, durante todo el período del estiaje, para barcos de más de 18 pies de calado (año 1897, días 11, 13, 25, 28 de Agosto y 7 y 10 de Septiembre), pues la Dirección facultativa del Puerto de Sevilla no hace mención en la Memoria correspondiente á este ejercicio de que la escasez de agua dulce haya perjudicado al movimiento por la ría, sino que por el contrario parece que la aportación fluvial va quedando relegada como cuestión de orden secundario para las necesidades de la navegación.

Conviene conocer los siguientes párrafos de la Memoria del Sr. Molini, correspondiente á 1897-98:

«En aguas ordinarias ó de estiaje, llega á Cantillana el caudal fluvial de aguas ordinarias y comienza á sufrir la influencia de la marea, que gobierna el régimen de las aguas en este estado de la ría, en toda su longitud, hasta su desembocadura».

«Las aguas dulces ocupan el cauce hasta la boca baja de la Corta de los Jerónimos, á 77 kilómetros de Cantillana, siendo potable hasta este lugar en todo tiempo, tomándola en la estoa de baja; desde allí á Tarfia, á 95 kilómetros de dicho punto las aguas dulces y saladas se encuentran mezcladas, afectando ya á partir de Tarfia en el resto de la longitud del cauce, 32 kilómetros, todos los caracteres del agua del mar. Cualquiera que sea el grado de salazón del agua y cualquiera que sea el punto que se considere la marea es la que establece el régimen de las aguas en toda la ría, principalmente en la parte que más nos interesa, inferior á Sevilla, influencia que era de temer fuera exclusiva desde el momento que se ha visto que los gastos de estiaje del río descendían á .2, 15 y menos metros cúbicos por segundo...»

«Influyen extraordinariamente en la transmisión ordinaria de la marea los vientos reinantes en la mar y en la ría y también influye, aunque en menor cantidad el agua dulce, que en los estiajes y aguas ordinarias conduce el río».

(Continuará.)