

de puzolanas, cosas que han salido aquí incidentalmente, y que ni necesitan de mi voto, ni hacía falta publicarlas aquí por ser de sobra conocidas por los Ingenieros de puertos. He pretendido sólo el llamar la atención sobre el procedimiento microscópico, que puede ser, quizás mejor que ningún otro, origen de fecundas investigaciones en cuestión de tanta trascendencia para los puertos como esta de la estabilidad de los cementos.

EDUARDO DE CASTRO.

REGULACIÓN DEL CAUDAL DE LOS RÍOS (1)

Las variaciones del caudal de las corrientes naturales obligan á la industria á limitar el aprovechamiento de aquélla al gasto de estiaje para que la maquinaria funcione en buenas condiciones de rendimiento, ó, en todo caso, aunque la instalación de varios grupos parciales permita aprovechar los períodos de abundancia de agua, siempre, al llegar la penuria, queda limitada la energía producida á la que consiste el caudal mínimo durante un tiempo que en España llega generalmente á tres meses. En esta época, si la fábrica de que se trata ha de conservar su capacidad de producción, se ve obligada á conseguir la energía que le falta por medio de un manantial térmico con el exceso de coste correspondiente.

Si el agua se destina al riego, la extensión de terrenos regados permanentemente está también limitada por el caudal mínimo que coincide generalmente con la época de la sequía en que los riegos son indispensables.

Conocidos son los medios de regularizar el caudal, almacenando el agua de las crecidas y de las épocas de aguas superiores á las medias, para emplearla en el período de penuria, y el tema será seguramente tratado concienzudamente en su aspecto técnico y general.

Este trabajo tiene por objeto solamente el tratar de dar una idea de la importancia que la solución de este problema alcanza en España, y si es posible de la cuantía del beneficio que se conseguiría al resolverle de una manera sistemática.

Los ríos de España son torrenciales, aun aquellos que por su caudal pueden ser considerados como de primera importancia, y esta condición queda patente en la siguiente nota de los caudales mínimos y módulos de las principales corrientes:

CUADRO I

Nombre del río.	ESTACIÓN DE AFORO		Caudal mínimo. m³ × 1''	Módulo. m³ × 1''	Relación.
	Número	Situación.			
Ebro.....	27	Tortosa.....	167,134	442,490	2,68
Duero.....	62	Toro.....	23,500	169,860	7,22
Tajo.....	32	Talavera.....	15,813	98,181	6,21
Guadalquivir...	8	Cantillana.....	14,000	135,166	9,65
Júcar.....	45	Alcira.....	7,480	24,336	3,24
Segura.....	16	Orihuela.....	7,800	16,726	2,14
Guadiaro.....	1	Colmenar.....	1,220	15,240	12,49
Guadalhorco....	1	El Chorro.....	0,000	18,236	∞
Llobregat.....	5	Martorell.....	0,190	2,564	13,49
Ter.....	10	Gerona.....	2,049	3,987	1,94
Muga.....	12	Boadilla.....	0,456	1,558	3,41
Flaviá.....	16	Esponellá.....	1,359	2,088	1,53

La diferencia es considerable y sirve de indicio para juzgar de la cuantía de la energía perdida por falta de regulación, pero

(1) Memoria presentada al Congreso nacional de Riegos é industrias anexas de Zaragoza.

no se pueden deducir cifras de estos datos por referirse á estaciones situadas en general en los tramos de los ríos más próximas á las desembocadura, en los cuales es difícil el aprovechamiento para la industria.

Para formar una idea exacta es preciso estudiar cada una de las corrientes en el mayor trayecto posible, especialmente en los tramos altos y medios.

He aquí la aplicación para el año 1912 á uno de los ríos, el Duero, en una longitud de 380 kilómetros, á partir de su nacimiento, llamado Fuentes del Duero.

Los datos se refieren á cuatro estaciones escalonadas: La número 1, llamada de Vinuesa, en la provincia de Soria, á 12 kilómetros del origen y 1.400 metros sobre el nivel del mar. La núm. 8, llamada Zuzones, en la provincia de Burgos, lindando con Soria, á 187 kilómetros del origen y 810 metros sobre el nivel del mar. La núm. 15, llamada de Herrera del Duero, en la provincia de Valladolid, á 300 kilómetros del origen y 700 metros sobre el nivel del mar. La núm. 62, llamada Toro, en la provincia de Zamora, á 380 kilómetros del origen y 640 metros sobre el nivel del mar.

Los caudales mínimos y módulos correspondientes son los siguientes:

	Caudal mínimo.	Módulo.	Diferencia.
Estación núm. 1...	0,200 m³ × 1''	5,527 m³ × 1''	5,327 m³ × 1''
— núm. 8...	4,100 —	24,764 —	20,664 —
— núm. 15...	16,000 —	44,830 —	28,830 —
— núm. 62...	23,500 —	169,858 —	146,358 —

La figura 1.ª contiene el perfil longitudinal y los dos polígonos representantes de los caudales, así como las diferencias, que son los trozos de ordenadas contenidos en la zona rayada.

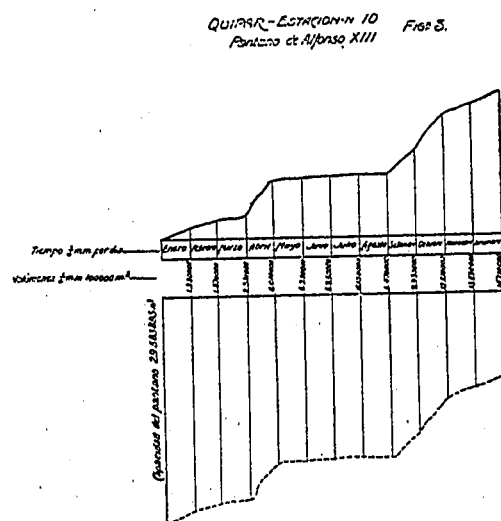
De aquí se deduce que en el estado actual del régimen la capacidad energética del río, desde cada una de las estaciones al nivel del mar, es:

	Kilográmetros.	Equivalente en HP. de vapor.
Estación núm. 1.....	280.000	3 733,33
— núm. 8.....	3.321.000	44 280,00
— núm. 15.....	11.200.000	149.333,33
— núm. 62.....	15.040 000	200 533,33

Después de la regulación absoluta, la capacidad toma los valores insertos á continuación, así como los aumentos conseguidos por aquélla (fig. 2.ª).

	CAPACIDAD		Aumento. — HP	HP. por m de salto.
	Kilográmetros.	HP.		
Estación núm. 1	7.737.800	103.170,66	99.437,37	71,02
— núm. 8	20.058.840	267.451,20	223.171,20	275,52
— núm. 15	31.381.000	418.413,33	269.080,00	385,06
— núm. 62	108.709.120	1.449.454,93	1.248.921,60	1.951,44

La figura 3.^a representa la curva de volúmenes del río Quipar, en el pantano de Alfonso XIII, deducida de su curva de régimen anual, y tomada en la escala de volúmenes la capacidad del pantano, se traza la curva paralela á la primera. La inspección de la figura pone de manifiesto claramente el hecho de que la capacidad es mucho más grande que la necesaria para la regulación del caudal. Esta circunstancia era fácil de prever, puesto que el pantano ha sido proyectado para contener totalmente las mayores crecidas extraordinarias conocidas, que sólo se presentan en largos períodos, y no son comparables á las ocurridas en el régimen normal.



De aquí se deduce que es posible la regulación completa, y se puede asegurar el caudal medio de $0,454 \text{ m}^3 \times 1''$.

La figura 4.^a se refiere al río Mundo, en el emplazamiento del pantano de Talave. En ella se ve que el caudal correspondiente á la tangente común á las dos curvas que permitiría el

Para tener en cuenta el efecto del pantano del Estrecho del Infierno, situado en el plano superior del Segura, y del cual no se conocen datos de capacidad y régimen bastante completos para hacer un cálculo exacto, se puede ver la relación en que está en otras estaciones del mismo río el caudal mínimo con el medio, tomar una cifra inferior como garantía y suponer que el pantano tiene capacidad suficiente para obtener un régimen análogo al de Talave ó algo inferior.

El coeficiente de relación es en Murcia de 2,14, y se puede adoptar el 2, teniendo la seguridad de que es inferior á la realidad, puesto que en el tramo superior es más torrencial que en la parte baja, y suponiendo la misma influencia del pantano que el de Talave resulta el caudal probable de $3,49 \text{ m}^3 \times 1''$, que para mayor garantía supondremos solamente de $3 \text{ m}^3 \times 1''$. Se hacen en esta cifra estas reducciones porque siendo la única que no está deducida de datos completos del régimen es preferible tener la seguridad de que con ella no se fuerza indebidamente el argumento.

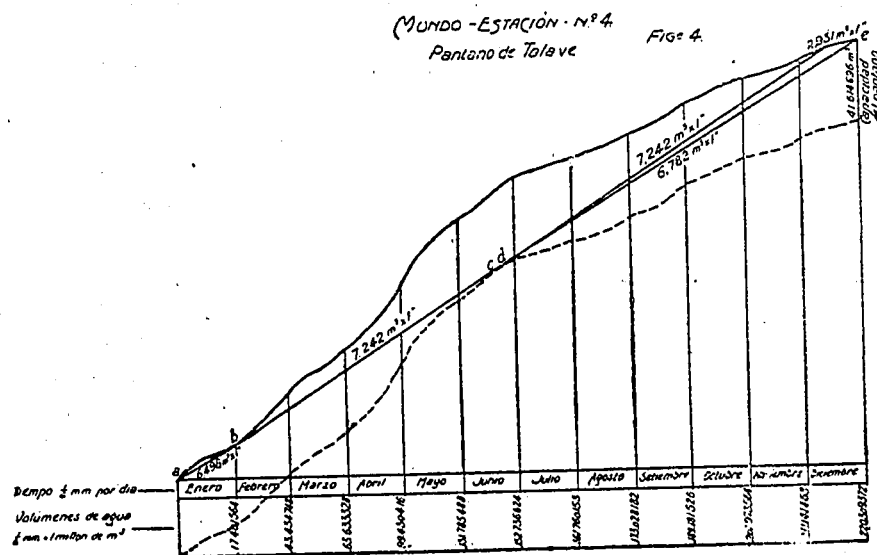
En resumen, queda para caudal del Segura en Cieza

$$(0,454 + 6,498 + 3,000) \text{ m}^3 \times 1'' = 9,952 \text{ m}^3 \times 1''$$

ó sea 5,452 más que el número que se realiza sin regulación.

Equivalen á 5,452 kilogrametros por metro de salto, ó sea 72,69 HP. por metro. Estando la estación de Cieza á 200 metros sobre el nivel del mar, aproximadamente, el aumento de capacidad energética producida por la regulación á partir de este punto es de 14.538 HP.

En el río Mundo se ha ganado sobre el régimen actual 3.904 kilogrametros ó 52,07 HP. por metro de salto, que en el trayecto desde el pantano á Cieza, cuyo desnivel es de 300 metros, aproximadamente, resulta 15.621; en el Quipar excede á la producción posible actual en 435 kilogrametros, equivalente á 5,83 HP. por metro de desnivel, ó sean en 100 metros de diferencia de cota entre el pantano y Cieza 583 HP.; en el tramo supe-



funcionamiento completo del embalse es algo superior al módulo, y tiene dos cortos períodos en que es inferior á él. Se puede adoptar el régimen representado por la línea quebrada a, b, c, d, e, en el cual en Enero hay un mínimo de $6,498 \text{ m}^3 \times 1''$, hasta Junio $7,242 \text{ m}^3 \times 1''$ y hasta fin de Diciembre $6,782 \text{ m}^3 \times 1''$.

El caudal mínimo del Segura en Cieza, será, por lo tanto, de $0,454 \text{ m}^3 \times 1''$, más $6,498 \text{ m}^3 \times 1''$, más el suyo de $1,897 \text{ m}^3 \times 1''$, esto es, de $8,849 \text{ m}^3 \times 1''$.

En el río Segura se ha obtenido 1.103 kilogrametros sobre la capacidad actual, que son 14,70 HP. por metro de salto y con el desnivel de 500 metros que existe, aproximadamente, entre el emplazamiento del pantano y Cieza representa 7.350 HP.

En resumen, la fuerza ganada por la regularización es de 38.092 HP.

Si la industria hubiera tenido que producir esta energía por medio de un manantial térmico cualquiera, hubiera costado su producción 9.599.184 pesetas y por un medio hidráulico pesetas

3.428.280. De modo que hay á favor del coste de producción hidráulica 6.170.904 pesetas.

Nótese que el río Segura es de importancia relativamente pequeña, y sobre todo es, entre las corrientes de España, una de las que dan menor relación el caudal mínimo y el medio, según se ve en el cuadro I, donde se puede observar que hay otras de primera importancia, en las que pasa este coeficiente de 6, 7 y 9, con caudales mínimos dos y tres veces mayores que el del que nos ocupa y módulos que llegan á ser diez veces mayores.

Fácilmente se comprende qué cantidades de energía perdida por falta de regulación acusarían los cálculos anteriores aplicados á ríos tales como el Ebro, el Tajo, el Guadalquivir y el Duero, cuyo aumento de capacidad energética posible ya se ha calculado.

El total de estas cifras produciría verdadero asombro, y aunque sería fácil hacer un avance racional de ellas por los datos contenidos en los cuadros, es preferible dejar esta labor á la estadística, que no da argumentos, sino hechos incommovibles.

Con lo expuesto basta para ver: que en España la cantidad de energía hidráulica que se pierde por falta de regulación de los ríos es muy superior á la parte que se utiliza; que la industria tiene que acudir para satisfacer las necesidades del mercado á la producción de energía por medio de manantiales térmicos con un coste de producción tres veces mayor que el de los hidráulicos, mientras el agua que en los períodos de penuria es insuficiente para la maquinaria establecida, salta durante una gran parte del año por encima de las presas en cantidades enormes y aun causando daños considerables.

El problema es de urgente resolución y corresponde al Estado como representante de los intereses generales el estudio de la solución sistemática, con la cooperación económica de los intereses regulada por una ley.

Los resultados de los medios indirectos que algunos proponen para mejorar el regimen de los ríos, aun siendo seguros, serían en cuanto á su entidad insignificantes al lado de esta pérdida continua y fatal de la mayor parte de la energía hidráulica y su lentitud no es compatible con la urgencia de la necesidad sentida.

Madrid, Septiembre, 1913.

MANUEL DE LA TORRE Y EGUÍA,
Ingeniero de caminos, canales y puertos.

El Presidente de la República francesa Y LOS INGENIEROS

La visita que recientemente ha girado el Presidente de la República francesa á la Société des Ingenieurs Civils de France ha tenido excepcional importancia, y por este motivo y el de honrar me con el cargo de Delegado de dicha Sociedad para España, voy á dar cuenta de las frases, tan halagüeñas como oportunas, pronunciadas por M. Raymond Poincaré en loor de los Ingenieros civiles en general y especialmente de los que en España se llaman de caminos, canales y puertos.

Al hacerlo procuraré traducir lo más fielmente posible las frases relativas al objeto de estas líneas para conservar á las mismas su verdadero significado.

Dijo así el Sr. Presidente:

«Vivamente os agradezco que me hayáis invitado á pasar esta tarde entre vosotros, proporcionándome ocasión de asistir á una de vuestras sesiones.

Mis impresiones juveniles más remotas me recuerdan que he vivido entre Ingenieros, como sabe M. Grosdidier; desde temprana edad estoy habituado á oír hablar de cuestiones familiares entre vosotros y que yo muchas veces me he hecho la ilusión de comprenderlas.

Me he criado y educado cerca de los Ingenieros del Estado, pero el respeto filial que desde luego me inspiró y que continúa inspirándome la Administración de Puentes y Calzadas, se extendió en breve á todos los Ingenieros civiles.

Cinco años ha, un hombre que ha sido un gran funcionario y que había colaborado precisamente con mi padre en la ejecución de importantes obras públicas, y en particular en la construcción del canal del Este, el malogrado Alfredo Picard, escribía á vuestra Sociedad, que entonces celebraba su sesentenario, una carta admirable donde recordaba que jamás el espíritu de rivalidad ó de discordia había soplado entre los Ingenieros civiles y los Ingenieros del Estado, y que se hallaban siempre en unos y otros las mismas prendas intelectuales y morales.

Fué Alfredo Picard un gran servidor del Estado que tenía la más legítima de las admiraciones para aquellos que, perteneciendo á un gran Cuerpo hierarquizado, se consagran con la conciencia de una obligación rigurosamente definida y dedican al interés público todos sus esfuerzos y desvelos.

No por ello dejaba de envidiar un tanto á los Ingenieros civiles, que conservan intacta toda su libertad de iniciativa. En verdad, señores, hablaba de los independientes como un ciudadano que sin salir de la urbe suspira por el campo; pero reconocía sin ambages que tanto los Ingenieros civiles como los Ingenieros del Estado cumplen todos con ardor igual sus deberes de humanidad y de ciudadanía.

Ciertamente no todos estáis adscritos á los trabajos del Estado; pero os ponéis al servicio de la Nación aun cuando os halléis ocupados en industrias y trabajos particulares.

Vuestra labor y vuestra competencia profesional contribuyen todos los días á desarrollar la riqueza y la prosperidad del país, y si Francia, en circunstancias críticas, necesitase de vuestro esfuerzo y de vuestra experiencia, os apresuraríais á responder á su llamamiento, como lo hicieron vuestros antecesores durante la aciaga época del sitio de París.

Además de hombres de ciencia y de hombres de acción sois buenos franceses y valientes obreros de la civilización, y por ambos conceptos tenéis derecho á las más sinceras felicitaciones del Presidente de la República.»

Fueron muy aplaudidas las frases del Presidente, quien luego concedió la palabra á los eminentes Ingenieros MM. Soreau, Berthelot y Claude, los cuales desarrollaron tres importantísimas comunicaciones relativas á los «Progresos de la aviación», «Aplicaciones de los rayos ultravioletas en Higiene y Biología», «Liquefacción del aire y sus aplicaciones».

Bien quisiera yo poder presentar un cuadro semejante para nuestra España, y que el Monarca español se hallara en el caso de honrar en Madrid una residencia espléndida como la nuestra de rue Blanche, núm. 19, con local propio bastante para las atenciones de más de 4.000 socios, y en el cual se dieran conferencias tan notables como las reseñadas en el interesante Boletín de la Sociedad; pero ya que, por nuestra desgracia, nos hallamos materialmente en condiciones de inferioridad respecto de nuestros vecinos, hemos de aprender de ellos lo bueno, así como hasta ahora hemos importado los españoles mucho malo; y debe congratularnos que los Ingenieros civiles de Francia sean muy respetados y los Ingenieros de puentes y calzadas no sean sistemáticamente censurados, influyendo en ese resultado el que hay entre ellos mucha unión y las envidias son, como en el caso de