

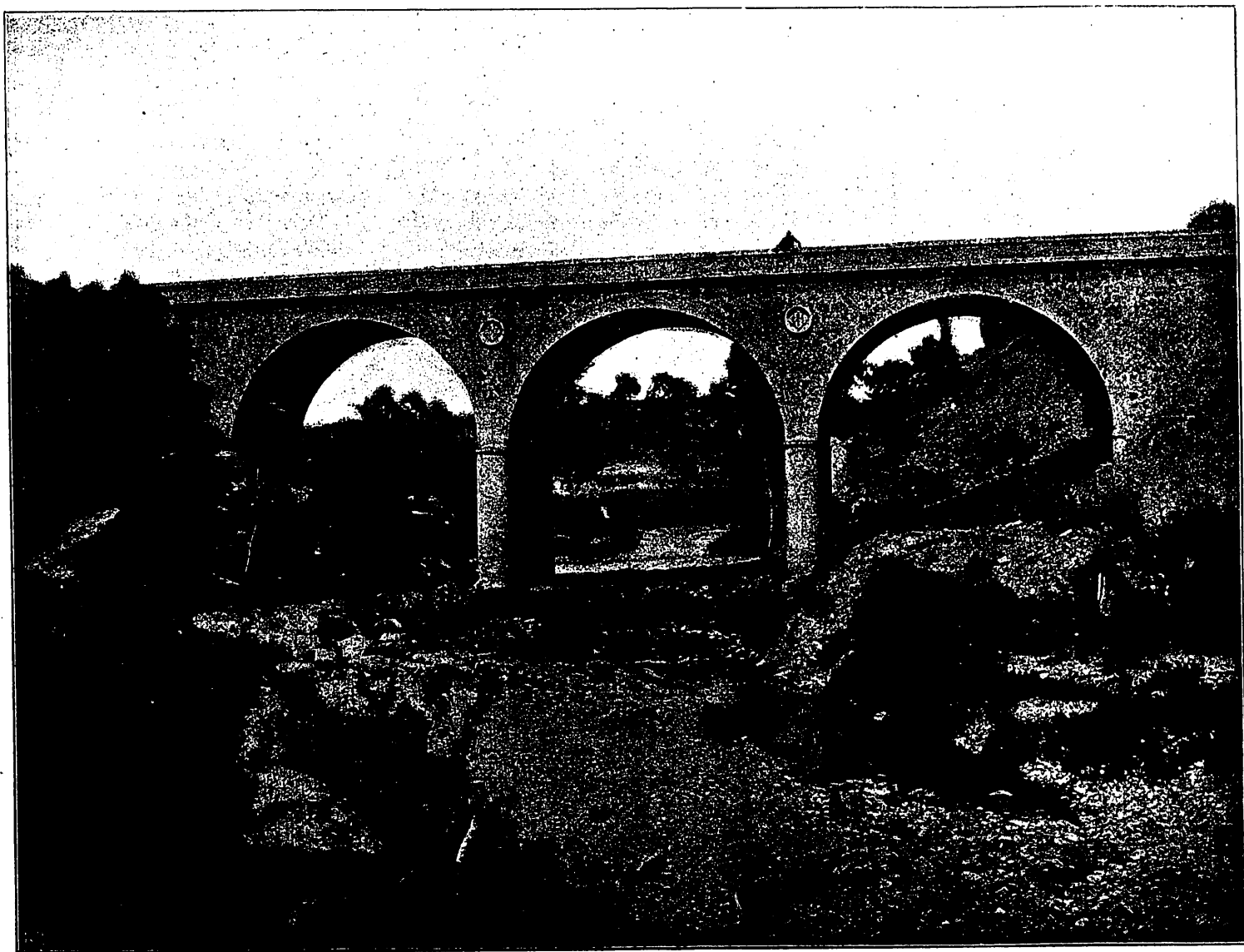
REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Redactor-Presidente..... Excmo. e Ilmo. Sr. D. Luis Sáinz, Inspector general de primera clase del Cuerpo.
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
D. Luis Gaztelu, Profesor de la Escuela de Caminos.
D. Manuel Maluquer, Ingeniero del mismo Cuerpo, *Secretario*.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redaccion y Administracion: Puerta del Sol, 9, pral.



Puente sobre la riera de Foix.—Carretera provincial de Villafranca á La Llacuna (Barcelona).

VII CONGRESO INTERNACIONAL DE NAVEGACIÓN ⁽¹⁾

El gráfico núm. 1 hace ver que un buque puede salir de Burdeos, con 7 metros de calado, 1^h, 40' antes de la pleamare.

(1) Véase el número anterior.

Errata del número anterior, pág. 569, 1.^a columna, línea 24: léase 148 en vez de 14,8.

mar en ese puerto y encontrar en toda su ruta esa cota, llegando al fondeadero de Panillac á las tres horas de su partida. Para esto hay que tener en cuenta que, mientras marcha contra la corriente, su velocidad absoluta respecto de ésta, que será 7 nudos, será de 11 millas. Si el mismo buque, en lugar de fondear en Panillac, sigue hacia la embocadura, tendrá que aumentar la velocidad hasta 10 1/2 millas para encontrar 7 metros de calado en el bajo de By, situado 22 kilómetros aguas abajo del fondeadero.

El gráfico indica, además, por los ángulos que forman las líneas de igual sonda, que los bajos más difíciles de franquear son, además del fondeadero de Burdeos, los del Caillon, del Bec, de Beychevelle y de By. También se comprueba cuánto más difícil es bajar que subir la ría, puesto que tardando la onda de marea unas tres horas desde la punta de la Grave hasta Burdeos, un vapor de regular marcha puede hacer su derrota casi todo el tiempo sobre el vértice de la onda.

Con los mismos elementos se puede construir un grá-

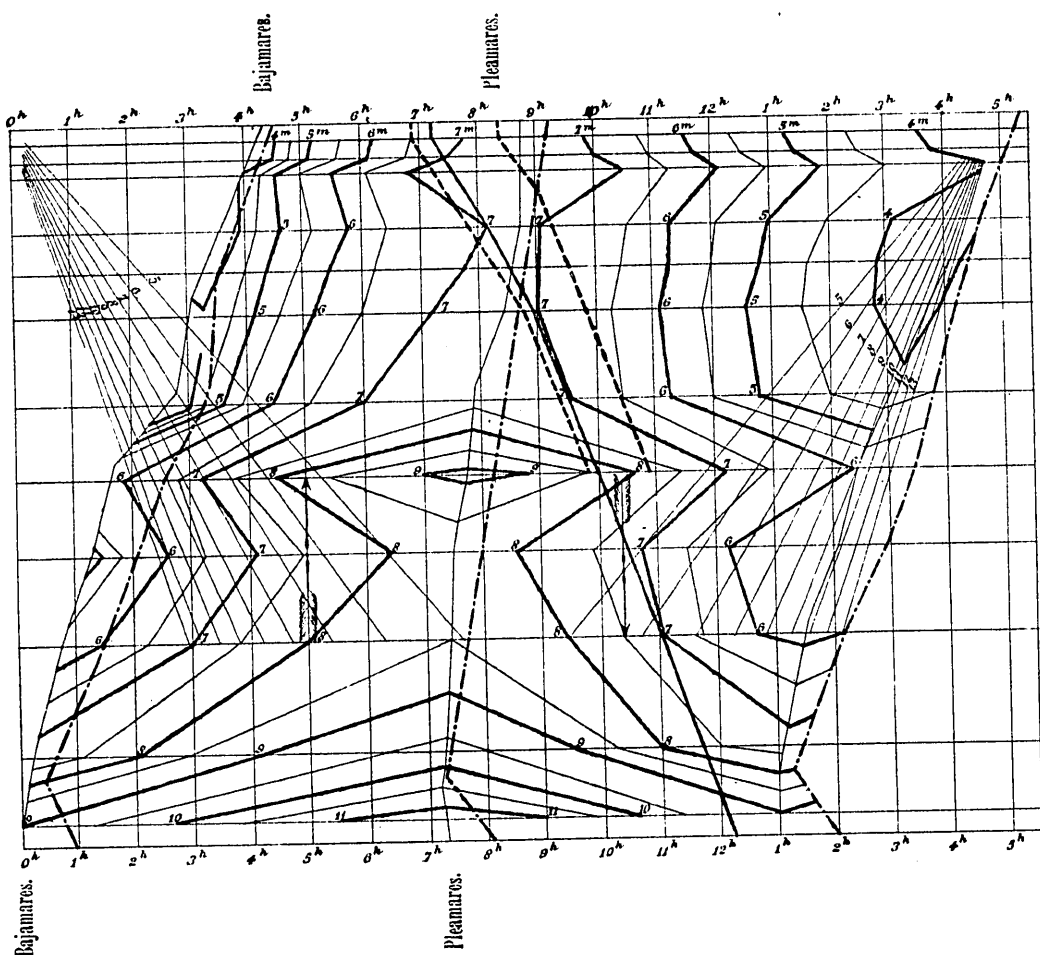
larga práctica se consigue que la derrota de la embarcación se aparte poco de la línea que se desea.

Transportadas las sondas se trazan las curvas de nivel y se hacen planos de la ría en escala de $\frac{1}{10.000}$ entre La Reole y Burdeos, Pessac de Gensac y Libourne; de $\frac{1}{20.000}$ entre Burdeos, Libourne y Panillac, y de $\frac{1}{40.000}$ entre Burdeos y la desembocadura.

Estos planos se publican fotográfados y se distribuyen

Fig. 1.^a—Derrota gráfica para una marea de 45 de coeficiente.

	Distancias kilométricas, acumuladas	Cotas medias para el año 1895.
Bordeaux (Mareógrafo)	1K,500	"
Bacalan (Bordeaux Docks).	5K,600	3m,40
Carlette.	6K,900	3,50
Bassens.	8K,100	3,50
Caillon.	15K,800	3m,30
Bec d'Ambes (agua arriba).	21K,200	3,40
Bec d'Ambes (agua abajo).	27K,000	3,10
Beychevelle.	38K,800	3,00
Paulliac.	49K,000	5,00
La Marechalé.	59K,300	3,90
By.	71K,000	4,30
Pointe auxolseaux.	80K,000	5,00
Cota 7m,20	95K,000	7,20
Grave.	98K,000	"



fico que tenga las sondas disponibles en estiaje en todos los puntos de una ría que convenga tener en cuenta para facilitar la navegación. Hechos para los diversos coeficientes de marea, se deducen con gran facilidad las sondas a cualquier hora.

Estos gráficos son de la mayor utilidad para el estudio de los proyectos de mejora de las rías.

Es evidente que los gráficos anteriormente descritos no pueden hacerse sin tener un conocimiento exacto de todos los calados en los puntos más importantes de la ría. Esto en la Gironda se hace con gran esmero, y, á pesar de tener que sondear más de 100 kilómetros en longitud y en latitudes que pasan de 10 kilómetros en algunos puntos, se hace todos los años un sondeo general, lo cual supone una longitud de perfiles de más de 3.000 kilómetros. Claro está que tan enorme trabajo requiere procedimientos expeditos para realizarlo en condiciones aceptables de tiempo y de gasto; así es que las líneas de sonda se hacen con lancha que sigue, próximamente, el perfil que se trata de sondear, y la posición del punto sondado se marca por ángulos tomados visando puntos fijos en tierra. Con una

anualmente á los servicios de marina, á las compañías que tienen servicio regular con el puerto de Burdeos, facilitando así la navegación en la ría; cosa tanto más importante cuanto que el aumento, siempre creciente, de los buques de vapor y la mayor velocidad de éstos, exigen un conocimiento más exacto del canal, si no han de sufrir lamentables varaduras, que rara vez dejan de ser causa de averías, y siempre ocasionan pérdida de tiempo.

La necesidad de proceder con orden y seguir un programa fijo y bien hecho en estudios tan complicados como los que se refieren al régimen de las rías, no puede desconocerse por nadie que haya tocado de cerca las dificultades con que tropieza la redacción de todo proyecto de mejora, cuando sólo se dispone de datos incompletos y reunidos sin plan ni criterio fijo.

Claro es que hoy, merced al trabajo de los especialistas y á las discusiones que periódicamente tienen lugar en los Congresos internacionales, es más fácil orientarse cuando sea preciso emprender cualquier proyecto; pero, nunca estará demás hacer un análisis de las vicisitudes porque han pasado en muchas rías importantes las obras

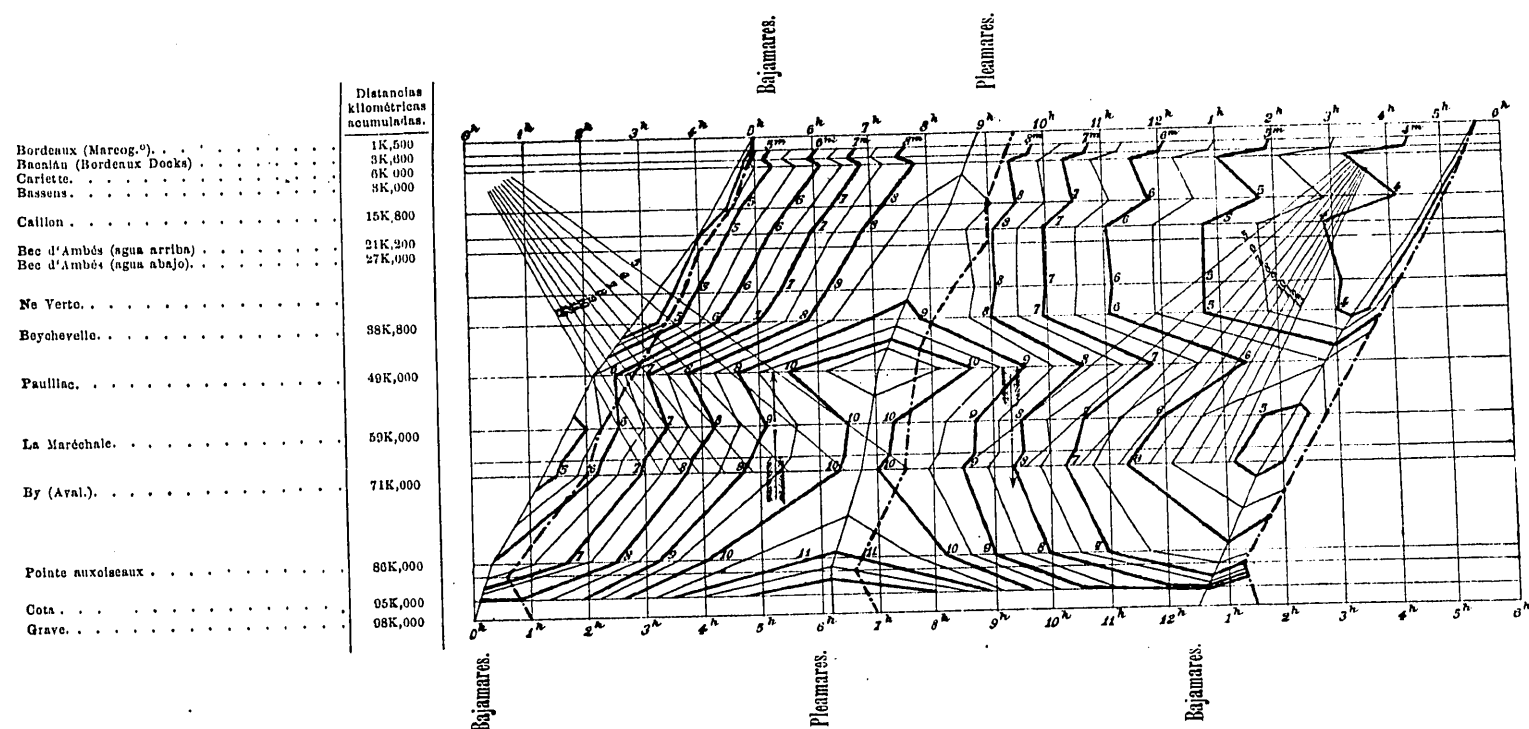
que se han hecho para mejorarlas, porque en ellas se ve cuánto tiempo ha sido preciso para llegar á soluciones definitivas, hijas de un criterio fijo basado, á su vez, en observaciones numerosas, exactas y que comprenden un largo espacio de tiempo.

En la misma de Burdeos á que se refiere el informe últimamente citado, se trabajó muchos años sin plan fijo. Así, por ejemplo, en 1878 se estaban terminando las obras de la gran dársena de Bacalán, que con sus diques secos y accesorios representaban un gasto de más de 20.000.000 de francos, y no se había pensado en regularizar el cauce

consiguiendo, al propio tiempo, economizar algunos millones de pesetas (1).

Aunque sin los datos necesarios para formar idea exacta del régimen de la ría, constituye el proyecto del Sr. Corroza el primer estudio serio y de conjunto de la ría del Guadalquivir; tanto más notable, cuanto al redactarlo carecía de los elementos indispensables en lo que se refiere á observaciones completas en la cuenca del río; y tenía, además, que rectificar las ideas que sobre el particular había recibido en su educación técnica, basada en las antiguas teorías de Sganzzin y de Minard.

Fig. 2.^a—Derrota gráfica para una marea de 109 de coeficiente.



del río en el fondeadero, lo cual, además de haber proporcionado una extensa línea de muelles, hubiera servido para mejorar las condiciones hidrográficas de esa parte de la ría.

Cerca de quince años pasaron antes de que se hiciesen estos muelles, que debieran haber precedido á la dársena, en el caso dudoso de que ésta fuese necesaria, lo cual es más que problemático, dada la línea de atraque que en ambas orillas pueden servir un tráfico mucho más importante que el presente de Burdeos, aun en un futuro no muy remoto.

Lo propio ha sucedido respecto á las obras de dragado y rectificación del cauce, y así se explica el relativo retraso que ha experimentado el desarrollo de la navegación en Burdeos, que después de haber sido el segundo puerto de Francia, está amenazado de no conservar ni aun el cuarto lugar á que ha quedado reducido desde que Dunkerque le ha sobrepujado.

En España, la ría del Guadalquivir es también un ejemplo elocuente de los inconvenientes y perjuicios que ocasiona el no hacer las obras con arreglo á un plan fijo que obedezca á ideas exactas y definidas con claridad; siendo más de notar por cuanto el primer proyecto general, redactado por el eminente Ingeniero Sr. Corroza, estaba, en lo esencial, fundado en sana doctrina, y de haberlo ejecutado en tiempo oportuno, se habrían adelantado más de veinte años las mejoras del cauce de la ría,

Por fortuna, no era Corroza hombre de dejarse imponer por ajenos prejuicios, aunque estuviesen amparados de la gran autoridad que á sus opiniones daba en España el renombre de los citados Ingenieros, y nuestro compatriota sentó las bases de la mejora de la region marítima del Guadalquivir con tal seguridad, en cuanto á la parte teórica, que su estudio demuestra su poderosa intuición, y puede decirse, en su honor, que al cabo de cuarenta años todavía no ha envejecido.

Otra circunstancia, que también habla muy alto en favor de Corroza, es que al hacer él su proyecto de mejora de la ría de Sevilla no se conocían en España más que algunos autores franceses y trabajos, también de Francia, que por entonces estaba en lamentable atraso en lo que se refiere á las obras hidráulicas marítimas y fluviales. A pesar de lo cual su proyecto, redactado en 1857 y aprobado en 1859, era, como trabajo de conjunto, de más unidad y superior á lo que entonces se había hecho, ó se proponía, en el Tyne y aun en el Clyde que, á su vez,

(1) En el período comprendido entre los años de 1863 y 1868 se gastaron en obras para mejora de la navegación en la ría 7.275.417 pesetas, sin que, á pesar de ser la parte más esencial é importante la corta de los Jerónimos, se hubiese hecho más que aumentar algo el ancho y calado del canal iniciado en años anteriores. Suspendidas las obras en fines del 68, y no contando la Junta en los primeros tiempos con más recursos que los indispensables para la conservación, no pudo activar las de la corta, que sólo en 1886 empezó á servir de canal navegable, aunque todavía sin el ancho definitivo que alcanzó en 1888, es decir, algo más de treinta años después que Corroza decía que por ella debían empezarse las obras de mejora y más de veinte desde que se imprimió gran actividad á las obras de la ría.

constituían las dos rías de la Gran Bretaña, en cuyo estudio y mejora habían tomado parte los más renombrados especialistas.

Para formar idea de estas diferencias bastará tener en cuenta que, prescindiendo de las obras hechas en el Clyde en los siglos XVI y XVII, su mejora se ha proseguido sin interrupción desde 1759, en que se autorizó la primer acta del parlamento confiriendo poderes á una especie de Junta de puerto para administrar los fondos destinados á las obras de la ría.

Para llevarlas á cabo pusieron á contribución á los mejores Ingenieros de la época, empezando por Smeaton y Gulborne, siendo también consultado el gran inventor James Watt, siguiendo luego Rennie, Telford, Stevenson y Walker en la primera mitad del siglo actual. Con el concurso de tan esclarecidos Ingenieros no es de extrañar que Mr. J. F. Ure primero, y Mr. J. Dcus después, hayan conseguido que el Clyde pase de una ría insignificante, en la cual sólo podían flotar buques de pequeño porte, á ser una de las primeras vías navegables de Inglaterra, llegando hoy á Glasgow los mayores buques de comercio.

En el Tyne, aunque en fecha más reciente, también tomaron parte en sus proyectos de mejora Ingenieros tan renombrados como Sir William Cubit, Mr. Rendel y Mr. Robert Stephenson, sin que, á pesar de todo, hubiesen podido en 1855 ponerse de acuerdo respecto al sistema de obras que habían de llevarse á cabo, lo cual dió lugar á que en esa fecha se nombrase una numerosa comisión técnica para que informase si las obras de encauzamiento que se hacían eran eficaces ó sólo servían para empeorar las condiciones de la navegación en tan importante ría.

Esta comisión oyó el dictamen de Ingenieros y marinos, contándose entre los primeros Mr. Brooks, Mr. Taylor, Mr. J. F. Ure, Mr. Render, Walker y otros, y entre los segundos los capitanes Calver, Purdo y Linskill. Además aportaron datos todas las empresas carboneras y navieras interesadas en la mejora de la ría. De modo que no puede negarse á la información el carácter de generalidad y de imparcialidad que suele tener este género de trabajos en Inglaterra. El dictamen de la comisión fué favorable al plan de obras en construcción, y éstas recibieron gran impulso desde 1859, en que fué nombrado Ingeniero Mr. J. F. Ure, que ya tenía una larga experiencia, de las de su clase, en el Clyde.

De lo dicho se deduce que, aun en una nación como Inglaterra, donde desde antes de comenzar el siglo había Ingenieros especialistas en trabajos hidráulicos y donde éstos habían adquirido ya gran importancia, en el primer tercio de la presente centuria, en dos de sus más importantes puertos, después de consultar cuantas notabilidades existían en el país, no tenían en 1857 un proyecto tan completo y bien estudiado como el que, con escasos elementos de todas clases, redactó para el Guadalquivir don Canuto Corroza, apenas conocido entre los propios Ingenieros españoles y totalmente ignorado entre los extranjeros.

El deseo de hacerle justicia, en la escasa medida que nuestras fuerzas permiten, justifica esta ya larga digresión.

El tercer tema de la segunda sección se refiere á los «Métodos de cubicación de los volúmenes de agua que discurren por las rías». El problema es complicado, cuando la ría presenta numerosos afluentes influidos por la marea, y siempre es muy importante el conocimiento exacto del volumen que pasa por una sección determinada para deducir después el general ó total del cauce, porque el factor principal para el conocimiento de las corrientes á que da lugar el flujo y reflujo, es la evaluación de la masa de agua que esas corrientes ponen en movimiento. El cauce se ha formado por el paso continuo de estas corrientes, y están en lucha constante con la tendencia que á formar depósitos tienen las materias transportadas por las aguas. El régimen definitivo se establece en virtud del equilibrio de estas encontradas fuerzas, y todo el trabajo, útil para la navegación, será proporcionado á la fuerza viva de las aguas.

No se puede formar idea exacta del régimen de una ría, sin conocer el volumen de agua que pasa por las diferentes secciones en los diversos estados de la marea y en épocas distintas para tener en cuenta las aguas superiores á la región marítima.

El éxito de toda modificación en el cauce dependerá de la cantidad de agua que lo atraviese, y sobre todo, de su relación con las materias sólidas arrastradas. Por eso es tan necesario conocer con exactitud ese volumen. En general, no es tan difícil saber el que proviene de las aguas superiores. En cambio, el que procede de la acción de la marea no puede determinarse más que por medio de cubicaciones penosas, por lo largas, si el número de perfiles es grande y quiere saberse el volumen que los atraviesa en intervalos pequeños de tiempo y el total en cada marea, lo cual supone tantas operaciones que, en general, hay que sacrificar algo de la exactitud á la rapidez; sobre todo si se trata de hacer un estudio de mejora y hay que calcular el régimen que se establecerá en virtud de las variaciones que se proyectan en el cauce.

En todos los procedimientos que se emplean para la cubicación, se necesita poseer datos completos respecto á diferentes puntos de la ría, tanto más próximos, cuanto mayor sea la irregularidad del cauce y la de las curvas de marea, locales é instantáneas. En esto resulta como en las cubicaciones de desmontes y terraplenes, que se hacen siempre ciertas hipótesis, bajo la base de que existe uniformidad en el terreno entre dos perfiles consecutivos.

El resultado de las cubicaciones convenía representarlo gráficamente, porque de este modo es más fácil corregir los errores de cálculo, que se traducen en anomalías en las curvas que chocan á simple vista.

Es siempre interesante determinar los volúmenes parciales que pasan por una sección, ya sea de hora en hora, ya en un intervalo menor, tanto durante el flujo como durante el reflujo; pero es mejor calcular el gasto por segundo en ambos periodos, trazando las curvas correspondientes; conociendo á la vez la sección mojada se obtendrá la velocidad media, dato de la mayor importancia para formar idea del poder de arrastre de las corrientes.

(Se continuará.)

FERNANDO G. ARENAL.