

VII CONGRESO INTERNACIONAL DE NAVEGACIÓN (1)

No obstante, han bastado dos campañas, de seis meses cada una, para que en Octubre de 1891 se hubiese conseguido aumentar el calado desde 3,00 á 5,00 metros en baja mar viva, teniendo el canal un ancho de 600 metros. Los temporales que ha habido desde que se concluyó no han alterado el fondo; y en vista de estos satisfactorios resultados se ha decidido abrir un nuevo canal en la parte NE. del Stroombank, para facilitar el paso de los buques que navegan hacia el Norte.

Por último, á través de la barra llamada «des Charpentier», en la embocadura del Loire, se ha logrado abrir un canal de 300 metros de ancho y un calado de 5 $\frac{1}{2}$ á 6 metros en baja mar viva equinoccial, lo cual representa un aumento de 2 metros en una costa muy combatida por los temporales del SO., que levantan olas de más de 3 metros, y, por lo tanto, no sólo hacían imposible el paso, en baja mar, sino peligroso en plea.

Otro de los informes en que se aboga con entusiasmo en favor de las dragas de succión, es de Mr. V. E. de Timonoff, profesor del Instituto de Ingenieros de Caminos de San Petersburgo. Debiendo añadir, para hacer justicia, que el documento constituye una monografía en la cual se hacen resaltar con claridad las ventajas que del empleo de este poderoso instrumento pueden obtenerse en la mejora de los ríos navegables, en los puertos y en las desembocaduras de las rías.

Las cualidades características de las dragas de succión las resume Mr. de Timonoff del modo siguiente:

1.º Las dragas de succión pueden extraer todas las tierras, semifluidas y fangos, las tierras naturalmente desagregadas (arena, grava, cantos rodados sueltos), las tierras susceptibles de formar con el agua, á consecuencia de una desagregación artificial, una mezcla más ó menos homogénea (tierra vegetal, arcilla, calizas blandas).

2.º Las dragas de succión sirven á la vez para transportar los materiales extraídos, impeliéndolos por medio de la misma bomba que se utiliza para la extracción, pudiendo hacerse la descarga, sea en las cántaras de la misma draga, sea en las orillas, pudiendo, en este caso, transportarse por cañería forzada á distancias de más de un kilómetro.

3.º Las dragas de succión ocupan poco espacio, merced á la facilidad con que pueden amarrarse (2).

4.º Las dragas de succión pueden extraer materiales que no exijan desagregación artificial en puntos donde haya oleaje, en los cuales no se podría trabajar con dragas de cangilones. Merced á esta ventaja, se han hecho posibles los dragados en mar libre para mejorar las entradas de los puertos, cuando están obstruidas por bancos de arena (Dunkerque, Boulogne, Calais, Ostende, Liban, etcétera) (3).

5.º Las dragas de succión, que á la vez funcionan como gánguiles, por el sistema especial de cierre de las cántaras, pueden vaciar en el mar, aun cuando esté agitado, según se ha demostrado con las dragas que trabajan en la

barra de Mersey. El sistema podría también aplicarse á los gánguiles ordinarios.

6.º Las dragas de succión pueden dar un rendimiento que excede en mucho al de varias dragas de cangilones de las más poderosas. Estas, en ningún caso, pueden llegar al Bramker empleado en la barra del Mersey, que extrae 2.500 metros cúbicos por hora, y menos al de la llamada Beta, que trabaja en la mejora del Mississipi, que aspira 6.000 metros cúbicos por hora.

7.º Las dragas de succión, aun en condiciones desfavorables, hacen un trabajo más económico que las de cangilones en condiciones ventajosas.

8.º Las dragas de succión constituyen un poderoso medio de salvamento en caso de naufragio de buques en alta mar ó sobre la costa.

9.º En los bancos arenosos de los ríos, las dragas de succión permiten, con un gasto relativamente pequeño y en poco tiempo, sostener un canal navegable, que no podría hacerse con dragas de cangilones, aun con mayores gastos y empleando más tiempo.

Las siete primeras conclusiones pueden considerarse perfectamente establecidas, desde hace largo tiempo, para todo el que conozca prácticamente el trabajo que hacen las dragas de succión; la octava parece también demostrada con el salvamento del famoso crucero *Rossia*, el mayor de la marina rusa y uno de los mejores del mundo, que, habiéndose ido á pique frente á Cronstadt, ha sido puesto á flote con auxilio de las dragas de succión, en condiciones muy difíciles, teniendo que luchar con muchos obstáculos, incluso fuertes heladas. Este éxito es más de notar, por haberse hecho antes uso de los medios ordinarios de salvamento, sin haber tenido resultado alguno.

La conclusión novena es de más importancia, porque aplicadas las dragas de succión á la mejora de los ríos navegables, se puede prescindir de muchas obras de encauzamiento, y las que se hagan llevarán ya una garantía de acierto, de que hoy se carece en muchos casos, aun después de prolongados estudios respecto del régimen fluvial ó marítimo, ó de ambos, si han de hacerse obras en la región influida por las mareas y en aquella á que no llegan.

La aplicación de las dragas de succión permite atacar los bancos, obteniendo en ellos profundidad suficiente para que la misma corriente sostenga el equilibrio.

La ley llamada por Mr. Pasqcan de *atracción del agua*, consiste en aumentar el gasto y con el mayor volumen de agua tener más fuerza para sostener el régimen establecido. De modo que en vez de estrechar la sección donde hay un bajo, se encuentra, profundizando éste y dando al canal una dirección estable, que se determina por experiencia, en vista del resultado que se obtenga con los dragados. Una vez conocida esta dirección, puede fijarse, por medio de obras de defensa de las márgenes y, en su caso, de encauzamiento, que resultará en armonía con las condiciones del río, puesto que no se han combatido las fuerzas y tendencias naturales de la corriente, sino que se las ha dirigido del modo más útil para regularizar el cauce. Los trabajos hechos últimamente en el Volga y en el Mississipi permiten esperar grandes mejoras de la aplicación del sistema que hemos indicado.

En realidad, es la extensión lógica á los canales navegables de los ríos del procedimiento que ha servido para profundizar las barras y bancos de arena que obstruían la entrada de los puertos establecidos en costas con grandes

(1) Véase el número anterior.

(2) En la rada de New-York funcionaron sin género alguno de amarre, sosteniéndose sobre las máquinas.

(3) En España se emplean, con éxito, en estas condiciones, en Bilbao y en Huelva.

playas de arena. Las dragas de succión han hecho prácticamente posible remover volúmenes de arena, tierra, fango, etc., en cantidades á que antes no podía llegarse, por el gran coste que suponían, y porque no es lo mismo dragar un millón de metros cúbicos en un año, que cien mil durante diez; con la primera obra puede abrirse un canal estable á través de un banco, ó bajo, mientras que el mismo volumen, hecho en diez años, tal vez no sirva ni para combatir la tendencia al aumento que en todo aterramiento se observa, ó cuando más sostendrá, difícilmente, el calado necesario para la navegación, que, por ley general, ha de ser mayor cada vez. De esto resulta que cuando la mejora del régimen navegable es muy lenta, lejos de parecer como progreso, da lugar á quejas y reclamaciones fundadas, en cuanto no ha podido apropiarse la vía á las condiciones que necesitan los buques que han de utilizarla.

Muchos son los ejemplos que pudieran citarse en comprobación del anterior aserto, y en España es bien notable el que ofrece la ría del Guadalquivir, cuya mejora es seguro que adelantaría rápidamente haciendo dragados intensos y consolidando las márgenes de modo que dejasen de servir de alimento constante para los aterramientos que se observan en los bancos, cuyo calado puede decirse que permanece casi invariable hace más de veinte años, lo cual demuestra que los dragados son insuficientes para producir mejora alguna.

Bien es verdad que ésta sería de escasa utilidad para la navegación, si al mismo tiempo no se abre canal más hondo á través de la barra, cosa no difícil dada su fijeza y encauzamiento natural, pero que hacía imposible la circunstancia de no alcanzar hasta la desembocadura las atribuciones de la Junta de obras del puerto.

Los dragados intensos pueden hacerse hoy con relativa economía, pues con las dragas de succión son muchos los casos en que el precio del metro cúbico no excede de 0,20 pesetas, aun tratándose de volúmenes no muy grandes, como sucede en Bilbao, y descendiendo hasta 0,11 pesetas en el Mersey, á lo cual debe agregarse la rapidez con que puede efectuarse el trabajo, que, según queda dicho, es factor importante. Aun con dragas de cangilones veremos después los moderados precios obtenidos en Alemania, si bien tratándose de grandes volúmenes.

*
* *

De las grandes masas removidas en estos diez últimos años en Alemania, da idea el informe de Mr. Germelmann, en el que de un modo conciso se refieren los trabajos de dragado ejecutados en la rectificación del Weser, en la parte inferior de su curso, con objeto de facilitar el acceso al puerto de Bremen; de los hechos para abrir el canal del Báltico al mar del Norte, y de los verificados para profundizar la vía navegable de Stettin á Swinemunde y en el canal marítimo de Königsberg.

Hace constar primero, respecto al sistema de hacer los trabajos, por admisión ó por contrata, que este último procedimiento sólo conviene emplearlo cuando pueden determinarse con exactitud los volúmenes que se trata de excavar; tal acontecía en las obras del canal del Báltico al mar del Norte, y por eso en 82,2 millones de metros cúbicos sólo 3,2 millones se han hecho por administración.

Por el contrario, cuando las corrientes y las olas pue-

den hacer variar considerablemente los perfiles, cuando conviene aprovechar la fuerza de las corrientes para que arrastren las materias removidas, aunque no sean elevadas, y, por tanto, aunque no puedan medirse en las cantaras de las dragas ó de los gánguiles, se impone el sistema de administración; por eso en las obras de rectificación del Weser, de 38 $\frac{1}{2}$ millones de metros cúbicos sólo dos millones se hicieron por contrata, y otro tanto ha sucedido con la vía al puerto de Stettin, donde hay que dragar 12 millones de metros cúbicos, de los cuales la mitad se habían extraído desde 1893 á 1897. En el canal marítimo de Königsberg también se ha dragado por administración un volumen de 9 millones de metros cúbicos.

Ya se comprende que la experiencia, que bajo todos conceptos ha podido proporcionar el dragado de los 141,5 millones de metros cúbicos, que comprende la ejecución de las obras mencionadas, ha de ser muy de tener en cuenta cuando se trate de comparar el resultado que de los diversos sistemas de dragas y excavadores puede esperarse.

Las conclusiones del informe pueden resumirse como sigue:

1.º «Las dragas de succión no pueden emplearse, con seguridad de éxito completo, más que en terrenos de arena, tierra fangosa ó tierra arcillosa que no sea compuesta. En estos dos últimos casos no es conveniente este sistema, más que pudiendo disponer de superficies extensas para el depósito de los productos dragados.

2.º Las dragas de cangilones pueden emplearse con éxito en toda clase de terrenos, aun los de piedra compuesta, siempre que las dimensiones y construcción del casco de la draga y del rosario sean tales que los cángilos conserven su posición con la mayor estabilidad posible.

3.º En el transporte de los productos dragados se emplea con frecuencia, con éxito, cuando el depósito se puede hacer á pequeña distancia (1), la instalación de cañerías forzadas, en parte flotantes, y en parte establecidas en tierra.

4.º Cuando los productos del dragado no pueden depositarse lateralmente, ni verterse en aguas profundas, son útiles los puertos de descarga, en el caso de que se disponga de grandes superficies para el depósito; si esto no es posible, suele ser conveniente volver á dragar los materiales transportados por los gánguiles. En esta segunda operación es siempre ventajoso el empleo de dragas de succión.

5.º En los puntos en que no es posible colocar los gánguiles al costado de las dragas, pueden prestar buenos servicios las dragas de aspiración. Estos resultados son tanto mejores cuanto más potente es la draga y mayor la estabilidad del casco para resistir los efectos de la agitación del mar.»

Debe hacerse notar que, tanto en las conclusiones, como en el cuerpo del informe, se muestra una gran preferencia por las dragas de cangilones, la cual es debido, según Mr. Germelmann, á que el fondo del Weser y de la mayor parte de las bahías y esteros del mar del Norte está formado de una mezcla de arena y arcilla que no se presta bien al empleo de las dragas de aspiración, pues mientras que la arena se deposita con relativa rapidez en las cantaras, la mezcla de ésta con la arcilla se diluye de tal modo

(1) Aun cuando en este informe no consta, son varios los casos en que esta distancia excede de un kilómetro.

en el agua, que es en su mayor parte arrastrada por la que desborda de las cántaras.

A consecuencia de estas circunstancias locales se han perfeccionado mucho las dragas de cangilones, obteniendo con ellas rendimientos elevados en cuanto al volumen anual excavado y precios muy económicos, que en el Weser han sido para el dragado 0,20 pesetas y otro tanto para el transporte, incluyendo en ambos casos 13 1/2 por 100 para amortización del material.

En la vía navegable de Stettin-Svinemunde el precio del metro cúbico dragado y transportado á 7 kilómetros fué de 0,25 pesetas; el terreno era, en ambos casos, arena y arcilla.

En el canal del Báltico al mar del Norte el precio medio del metro cúbico fué de 1,10 pesetas; pero hay que tener en cuenta que en esta cifra están comprendidos, además de los gastos de excavación y transporte, los de construcción de los taludes y consolidación de las márgenes.

Todos estos precios se refieren á dragas de cangilones ó excavadores del mismo sistema, porque las excavaciones que se hicieron en seco en el canal del Báltico también se verificaron por medio de rosarios. En la parte inferior del Weser, en que el río tiene ya marcado carácter marítimo y en que el suelo es de arena casi pura, se empleó una

draga de succión, cuyas cántaras podían cargar 740 metros cúbicos; la bomba centrífuga de 2,10 metros de diámetro podía llenarlas en cuarenta minutos. El precio del metro cúbico, dragado y transportado al mar, fué de 0,15 á 0,18 pesetas. El trabajo se hizo por administración. El precio comprende interés y amortización del material. Esto prueba una vez más que, siempre que el terreno lo permita, es el sistema más económico.

Conformes en un todo con las observaciones que hemos hecho respecto á la importancia que hoy tienen los dragados en la mejora de las rías, ríos navegables y de los puertos, están las que hace Mr. H. Desprez en el informe que sobre este tema presentó al Congreso.

Hace notar los perfeccionamientos realizados en la construcción de las dragas de cangilones y la posibilidad de excavar con ellas todo género de terrenos, y también enumera las dimensiones y principales circunstancias que caracterizan las grandes dragas de esta clase empleadas en la región marítima de los ríos de Francia.

Como se trata de material nuevo y perfeccionado, copiamos el cuadro donde constan los datos referidos:

DIMENSIONES	DRAGAS DE CANGILONES EN						
	GARONNE	CHARANIE	LO RE	SEINE	LE HAVRE	DIEPPE	BOULOGNE
Longitud.....	35,00	43m,83	32m,00	45m,75	55m,50	51m,50	54m,80
Latitud.....	8,00	10,00	7,20	10,00	10,25	9,20	10,10
Puntal.....	3,30	3,40	2,50	3,20	4,00	4,28	4,26
Calado.....	2,25	2,50	1,30	2,00	2,70	2,65	2,90
Tonelaje.....	700 t.	720 t.	260 t.	645 t.	832 t.	»	1,334
Fuerza de la máquina. Caballos de vapor.....	160	450	90	400	500	500	650
Capacidad de los cangilones.....	400 lit.	750 lit.	250 lit.	510-750 l t.	750 lit.	350 lit.	320-500 lit.
Número de cangilones que pasan p r minuto.....	15	15	16 á 17	14	8	16	10-15
Profundidad máxima del dragado.....	13,50	10m,00	9m,00	10m,50	12m,00	9m,50	12m,50
Capacidad de las cántaras.....	»	»	»	»	»	320 m. ³	320 m. ³
Trabajo por hora.....	250 m. ³	300 m. ³	150 m. ³	400 m. ³	350 m. ³	200 m. ³	300 m. ³
Velocidad en marcha. Millas.....	»	6,1	»	6,00	7,50	7,00	6,25

La última de las dragas citadas «Pas de Calais» ha hecho en el puerto de Boulogne trabajos de excavación que demuestran la ventaja de tener un material apropiado y fuerte para ejecutar con relativa economía obras que no pueden, ni intentarse, cuando no se dispone de elementos suficientes. En el puerto de Boulogne se han hecho dragados en el canal de entrada en el puerto interior y en el antepuerto; en los dos últimos puntos el terreno no presentaba dificultades especiales, pero en el canal, donde se encontraban bancos de roca de 1,40 de espesor, algunas veces quebrantados, pero otras compactos, y cantos aislados de forma elíptica de dos metros en sentido del eje mayor, el trabajo ofrecía tales dificultades, que fué preciso rescindir la contrata que se había hecho para llevarlo á cabo, apesar de que el precio en terreno duro era de 3,20 fr. Para no interrumpir la obra se elevó el precio hasta 8 fr., pero comprendiendo que era preferible hacerlo por administración se adquirió por concurso la draga «Pas de Calais». Construida por MM. Satre fils et Compañie de Lyon-Arles.

Según se ha visto en el cuadro, está dotada de dos juegos de cangilones, unos de 320 litros y otros de 500 litros de capacidad; los primeros son los más fuertes y sirven para arrancar la piedra, estando en este caso provistos de

dientes. El rosario está dirigido hacia la proa, en la cual hay también una grua de vapor de cinco toneladas para levantar las piedras que elevan los cangilones y que en algunos casos han llegado á las dimensiones siguientes:

$$2,50 \times 0,85 \times 0,75 = 1^m,594 = 3987 \text{ kilogramos.}$$

$$1,70 \text{ diámetro} \times 0,50 = 1^m,445 = 3612 \text{ —}$$

$$2,40 \times 1,20 \times 0,40 = 1^m,072 = 2680 \text{ —}$$

Estos cantos dan idea de las excepcionales dificultades que presenta el dragado en el canal; á pesar de ellas cuando los bancos están quebrantados, la draga los ataca perfectamente; cuando son compactos se quebrantan por medio de tacos de dinamita colocada con escafandra, bien debajo de las piedras, cuando hay huecos, bien sobre ellas cuando no los hay.

Lo que prueba de un modo completo la ventaja de tener un útil apropiado al trabajo que hay que realizar, es que el dragado en estas condiciones, que no pudo hacerse por contrata á 3,20 francos y que aun pagando á 8 francos no era posible llevarlo á cabo con regularidad, se ha ejecutado por administración á 0,60 francos sin emplear dinamita y á 0,70 francos con dinamita; no está comprendido en ese precio la amortización del material, pero aun suponiendo que ésta se haga en diez años, el precio será de 1,20 y 1,30 francos respectivamente.

Estos precios podrían todavía disminuirse si se tratara de excavar grandes volúmenes y se aprovechase todo el poder de la draga que en Boulogne funcionaba á la vez como gánguil, y como la capacidad de sus cántaras es solo de 320 metros, que viene á ser una hora de trabajo, y en verter invertían otro tanto tiempo, en realidad el efecto útil estaba limitado á la mitad del que se hubiera obtenido con un trabajo continuo.

Mr. Desprez hace luego mención de las ventajas que ofrecen las dragas de succión, no siendo ya necesario repetir las, por haberlas indicado anteriormente al extractar otros informes; pero sí conviene examinar si es preferible dirigir el tubo aspirador hacia la proa ó hacia la popa. Dirigiéndolo hacia la popa hay la ventaja de atacar más enérgicamente el terreno, pero en cambio el tubo trabaja más, y se corre el riesgo de que se produzcan atascos si el pozo que se forma en el suelo es demasiado profundo, lo cual da lugar á desprendimientos que entierran el extremo inferior, y se pierde tiempo en levantarlo.

Si el tubo de aspiración se dirige hacia la popa son menos temibles los atascos, la succión se verifica de un modo más continuo y se trabaja en condiciones análogas á las que se tiene cuando se draga sin dar fondo. En cambio no se puede desagregar tanto el terreno; de modo que según sea éste, convendría emplear una ú otra de estas disposiciones. En algunas dragas puede cambiarse la dirección del tubo; en la embocadura del Loire se trabaja con una draga con el tubo hacia proa y con otra hacia popa, pero el tiempo de ensayo no es aún suficiente para llegar á conclusiones definitivas.

Lo que resulta comprobado es que las cántaras se llenan algo más pronto con el tubo hacia la popa. La diferencia será de unos siete á ocho minutos. El rendimiento de las bombas de aspiración aumenta cuanto más profunda es la excavación; pero no puede pasarse de cierto límite, porque en otro caso se enterraría la parte inferior.

El color de la mezcla absorbida, y sobre todo el ruido característico producido, sirve á los prácticos para inducir si el trabajo se hace en buenas condiciones. En algunas dragas modernas hay un indicador de vacío que es muy útil, porque si éste pasa del límite que corresponde al dragado normal, es que se empieza á producir un atasco y hay que levantar el tubo (1).

Una agitación moderada de las aguas, lejos de perjudicar, favorece el dragado por aspiración; pero en la barra de Bayona se ha llegado á hacer este trabajo con olas de dos metros, merced á disposiciones especiales para suspender el tubo de absorción.

Estas consisten en colocar en la parte superior una suspensión á la Cardem, lo que permite que el tubo tome una posición cualquiera, respecto al casco, sin peligro de que se rompa la junta flexible que establece la comunicación entre ambos. En la parte inferior, la alcachofa está en el extremo de un trozo, con movimiento telescópico que le permite subir ó bajar en una amplitud de 0,60 metros, paralelamente al eje del tubo de aspiración. Los movimientos están limitados por resortes Belleville, colocados en el extremo de la parte movable.

Combinadas la independencia que en la parte superior da la suspensión á la Cardem, con la atenuación que en los choques contra el suelo produce la disposición telescópica, se obtiene la gran ventaja de poder continuar el trabajo aun con olas de dos metros, cuando antes con una altura de 1,20 metros era preciso suspender el dragado.

A continuación insertamos un cuadro que contiene las principales dimensiones de tipos recientes de dragas de aspiración empleadas en las costas de Francia. Creemos más útil dar á conocer estos modelos, relativamente pequeños, porque pueden ser de más aplicación que los grandes empleados en el Mersey, en el Mississipi y en el Volga.

DIMENSIONES	DRACAS DE SUCCIÓN EN						
	ADAUR	LOIRE	SEINE	SAINT-NAZAIRE	DUNKERQUE	CALAIS	BOULOGNE
Longitud.....	53m,50	48m,00	43m,00	49m,00	42m,00	48m,60	47m,20
Latitud.....	8,90	8,60	8,00	9,30	8,30	8,50	9,00
Puntal.....	3,80	3,35	3,60	4,00	3,40	3,60	3,60
Calado...)	3,00	2,20	2,00	»	2,50	2,70	2,50
Tonelaje.....	3,50	2,80	»	3,35	3,50	3,20	3,05
Fuerza de la máquina. Caballos de vapor.....	1,213 t.	870 t.	»	1.165 t.	260 t.	832 t.	990 t.
Número de tubos.....	450	500	600	400	160	210	300
Tubo de succión dirigido hacia.....	Proa.	Susceptible de dos direcciones.	Proa.	Proa.	Proa.	Proa.	Proa.
Tubo ...)	18m,50	13m,50	18m,40	17m,00	16m,10	12m,00	17m,20
Bomba...)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,50	0,60	0,38
Gasto por minuto.....	1m,17 á 1m,39	1m,90	1,60	2,00	1,80	1,80	2,50
Profundidad.....	76m. ³ á 110m. ³	105 m. ³	100 m. ³	90 m. ³	50 m. ³	60 m. ³	75 m. ³
Capacidad de las cántaras.....	89 á 140 m. ³	9 m.	10m,50	12m,50	11m,00	11m,00	15m,00
Trabajo por hora.....	12 m.	250 m. ³	»	435 m. ³	240 m. ³	270 m. ³	455 m. ³
Velocidad de marcha. Millas.....	356 m. ³	300 m. ³	600 m. ³	»	180 m. ³	210 m. ³	200 m. ³
	423 m. ³	8,50	11	7	5	6	6

En todo dragado es muy importante organizar de un modo conveniente el transporte de los productos extraídos, y esto adquiere mayor dificultad cada día en los ríos y rías navegables, cuando son grandes los volúmenes que es necesario depositar y limitada la superficie donde pueden echarse; de aquí que sea un factor á veces de más cos-

te que el mismo dragado el transporte de los materiales excavados. El depósito en las orillas por medio de elevadores fijos ó flotantes, no permite utilizar más que una zo-

(1) En el Adour, el vacío era de 0m,60 á 0m,65; cuando llegaba á 0m,70 se hacía necesario levantar el tubo para evitar atascos.

na próxima; y en ella ó bien se agota pronto el espacio disponible, ó bien los terrenos tienen demasiado valor para poderlos utilizar como vertederos. Los brazos destinados á ser cegados, después de hechas rectificaciones, también se utilizan para depositar en ellos los productos dragados; mas cuando nada de esto es posible, hay que recurrir ó bien al transporte con gánguiles, á veces á larga distancia, ó bien al sistema de enviar los materiales mezclados con agua por medio de cañerías forzadas. Esto último solo puede hacerse cuando se trata de arena ó mejor de fango. Las gravas y cantos rodados no es tan común encontrarlos; pero caso de haberlos, si no tienen empleo para la defensa de márgenes ó para lustres y construcciones, hay que transportarlos en gánguiles.

Estos conviene en general que sean de grandes dimensiones, capaces de cargar de 200 á 300 metros cúbicos y con máquina propia, que les permita alcanzar una velocidad de 6 á 8 millas. Cuando la distancia á que haya de verse sea pequeña, podrán emplearse gánguiles ó barcasas de menores dimensiones, que sean transportados por un remolcador.

Los elevadores pueden ser fijos ó flotantes; éstos son en general más convenientes, porque permiten irlos colocando frente á los terrenos que se han de rellenar.

La operación de elevar los productos, como se dijo antes, es, á veces, más costosa que el dragado y no permite el transporte más que á distancias de 150 á 200 metros de la orilla. El elevador, establecido en la parte baja del Sena, es susceptible de descargar 4.000 toneladas en diez horas; el sistema es de rosario central, elevando los productos hasta 14,50 metros sobre la línea de flotación, desde donde corren por un largo conducto inclinado.

En el transporte por cañería forzada se pueden enviar los productos á 1.800 metros, y en el Garona se espera llegar hasta 2.500 metros.

El elevador inyector del Garona está establecido sobre dos pontones. El aparato motor es una máquina Compound de 600 caballos. Dos bombas rotativas, de 0,40 metros conjugadas, aspiran é impelen los productos del dragado. Otra bomba, de 0,30 metros de diámetro, proporciona el agua necesaria para diluir el fango. La experiencia demuestra que para obtener el rendimiento máximo, la bomba de inyección debe tener algo más velocidad que la de aspiración; cuando ésta da 200 vueltas, aquélla debe dar 217 ó 218. La cañería forzada es de 0,40 metros de diámetro y tiene en el arranque una vuelta en forma de cuello de cisne para evitar que los productos inyectados vuelvan hacia atrás cuando cesa de funcionar la bomba; esta disposición da mejor resultado que el empleo de válvulas, que no siempre funcionan con regularidad.

El trabajo útil depende en primer término de la clase de materiales aspirados; la arena no corre bien en la cañería forzada, y con frecuencia se producen atascos, que se vencen con facilidad inyectando una cantidad de fango, que se limpia mucho mejor que cinco ó seis veces su volumen de agua.

La mezcla de agua y fango en proporciones convencionales, corre mejor en la cañería forzada que el agua pura. Esta mezcla es también algo compresible y con ella no son de temer los golpes de ariete. El trabajo útil diario en 1896 ha sido de 2.452 metros cúbicos; pero el elevador es susceptible de mayor rendimiento con un servicio continuo de gánguiles, puesto que uno de 100 metros cúbicos

no tarda en descargarse más que de ocho á 10 minutos. El precio del metro cúbico elevado y transportado en 1896 ha sido de 0,169 pesetas, muy inferior al de todos los demás sistemas de depósito en las orillas, sobre todo si se calcula el metro cúbico hectométrico.

Por este medio pueden rellenarse, en condiciones económicas, los terrenos bajos y marismas que existen en muchas rías, haciéndoles adquirir un valor que permite exigir á los propietarios ribereños que contribuyan á los gastos de transporte y depósito.

En las marismas de Burdeos los propietarios abonan de 500 á 600 francos, y á veces más, por hectárea, satisfaciendo también los gastos de cerramiento por medio de diques susceptibles de contener los fangos. Con la arena no es fácil obtener estas ventajas, porque no mejora los terrenos en que se deposita.

Puede también ser útil conocer los precios; el año de 1896, en el Garona se trabajó con cinco dragas de potencia diversa, habiéndose transportado los productos á una distancia media de 4.350 metros.

El precio medio resulta ser de 0,627 pesetas, descomponiéndose como sigue:

	Pesetas.
Extracción	0,193
Transporte	0,228
Elevación	0,176
Descarga	0,030
TOTAL	0,627

Los precios mínimo y máximo de extracción fueron de 0,145 pesetas y 0,625 el primero obtenido con una draga que extrajo 400.968 metros cúbicos en doscientos treinta y ocho días efectivos de trabajo, habiendo estado armada doscientos ochenta y un días.

El detalle es el siguiente:

Draga. }	Carbón	0,017 pesetas.	} 0,072 pesetas.
	Engrasado	0,013 —	
	Personal	0,042 —	
Gastos de parada		0,003 —	
Idem generales de taller		0,007 —	
Reparaciones		0,056 —	
Idem generales de servicio		0,007 —	
TOTAL		0,145 pesetas.	

El precio máximo corresponde al trabajo en un terreno de grava aglomerada que ofreció dificultades especiales.

El precio á que resultó el metro cúbico con dragas de succión varió entre 0,12 y 0,30 pesetas.

(Se continuará.)

FERNANDO G. ARENAL.

REVISTA EXTRANJERA

Puentes de fábrica articulados.—Apéndice.

MÉTODO GENERAL PARA EL TRAZADO DE LA CURVA DE PRESIONES EN UNA BÓVEDA DE TRIPLE ARTICULACIÓN (1)

1. Cálculo algebraico.—Admitiremos que el arco sea disimé-

(1) A la memoria de M. Bourdelles sobre los puentes articulados, cuya traducción se terminó en el último número, acompañan dos notas relativas al cálculo de estos puentes. No podemos publicar ambas á causa de su excesiva extensión, pero damos á conocer la segunda, que consideramos interesante, y cuya extensión es moderada. Es debida á M. J. Résal.