

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

MADRID, 30 DE DICIEMBRE DE 1887.

4.ª Serie.

Tomo 5.º

Número 24.

AÑO XXXV DE LA PUBLICACIÓN.

SUMARIO.

Puerto de Barcelona. Estudio teórico y práctico de los bloques huecos propuestos para la construcción de los nuevos muelles, por D. Julio Valdés, Ingeniero de Caminos (conclusión).—El Canal interoceánico de Panamá, por D. Manuel Cano y D. Guillermo Brockmann (conclusión).—Nota relativa á la construcción de un puerto en Tanger.—Lámina 69: *Puerto de Tanger*.

PUERTO DE BARCELONA

ESTUDIO TEÓRICO Y PRÁCTICO DE LOS BLOQUES HUECOS PROPUESTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE NUEVOS MUELLES.

(Conclusión.)

Como precauciones convenientes, debe verterse el hormigón con igualdad por ambos lados del molde, y además no colocar éste sin haberlo mojado largo tiempo con anterioridad, á fin de evitar los efectos de la dilatación posterior de la madera por la humedad del material, que tendiendo, por el contrario, á contraerse, pudiera producir la fractura ó agrietamiento de la bóveda, aun con una confección esmerada.

El tiempo medio invertido en esta operación, ha sido de unos 10'. El gasto correspondiente tendrá por expresión:

$$\frac{6 \times 2,5 \times 10}{600} = 0^p,025,$$

y por metro cúbico de hormigón:

$$\frac{0,025}{12,05} = 0^p,002.$$

Para el descimbramiento y montaje posterior del molde el tiempo medio ha resultado de 22'. El gasto total será:

$$\frac{3 \times 2,5 \times 22}{600} = 0^p,028,$$

y por unidad de volumen:

$$\frac{0,028}{12,5} = 0^p,0023.$$

Sumando los diversos elementos hallados para el gasto, obtendremos como precio total de fabricación por metro cúbico:

$$2,887 + 0,002 + 0,0023 = 2^p,892.$$

Fraguado.—Los bloques macizos ordinarios, según costumbre sancionada por la experiencia, deben dejarse con sus moldes durante el plazo de **36** horas, suficiente para que adquieran el grado de endurecimiento necesario, á fin de poder levantar los bastidores y cajas sin deterioro de sus caras y aristas.

Aunque en los bloques huecos era presumible otro tanto, con objeto, no obstante, de proceder sobre seguro, tratándose de un modelo nunca fabricado y del descimbramiento de una bóveda de hormigón, cuya estabilidad depende exclusivamente del fraguado y cohesión del material, se dejó pasar en el primer bloque construido un plazo *dos* veces mayor, ó sean **72** horas antes de separar los moldes.

Dicha operación se llevó á cabo con toda facilidad, presentándose las superficies, y muy especialmente en la bóveda, perfectamente tersas y unidas; pero como quiera que su endurecimiento era bastante mayor que el que resultaba en los bloques macizos, se disminuyó el indicado tiempo de permanencia para el segundo modelo fabricado á **48** horas, y siendo igualmente satisfactorio el éxito, para el *tercero* se adoptó el plazo corriente de las **36** horas, que produjo el mismo excelente resultado.

Respecto al tiempo de *secadero*, de unos tres meses para los bloques macizos, es no sólo aplicable á los *huecos*, sino excesivo, en mi concepto, por cuanto los espesores de material son realmente más pequeños en los segundos, siendo así más fácil y rápida la acción de las reacciones químicas que han de producir el fraguado.

Asiento.—En el precio del asiento hay que distinguir hasta *cinco* elementos de gasto, hasta cierto modo independientes, por exigir cada uno de ellos aparatos ó medios especiales y hasta distintas brigadas de operarios.

La organización establecida para estos trabajos es la siguiente, según el orden natural de las operaciones:

1.^a Transporte del bloque desde su emplazamiento sobre el taller á la vía inferior ó *foso*.—Aparatos.—Carro hidráulico.—Personal: Un capataz y cuatro peones, encargados además de colocar y mudar las vías provisionales en las hileras ó calles transversales.

2.^a Conducción del bloque al embarcadero.—Aparatos: Carro locomóvil de vapor.—Personal: Un maquinista.

3.^a Embarque.—Aparatos: Torno superior del embarcadero, movido á mano.—Personal para embarque del bloque y manejo del freno y torno-grúa: Seis peones.

4.^a Transporte al pie de obra.—Aparatos: Dos barcazas.—Personal: Un patrón.—Dos marineros.

5.^a Asiento, propiamente dicho.—Aparatos: Cabrias flotantes y escafandras.—Personal para cada cabria: Un contraamaestre, un patrón, un maquinista, dos marineros y tres peones, un buzo con su ayudante y dos auxiliares.

Teniendo en cuenta la variabilidad del asiento, según el orden y número de las hiladas, el estado y preparación del fondo, la homogeneidad del terreno y demás circunstancias difíciles de enumerar de este trabajo, dependientes en grado sumo de la práctica y habilidad de los operarios encargados de su ejecución, puede graduarse su coste medio total por metro cúbico, en bloques macizos de las dimensiones ordinarias; para una colocación de cuatro á cinco bloques por día, proporcional al incremento en la fabricación, dado el número de bloques que caben en el taller (300), y el tiempo de su permanencia en el mismo (tres meses, ó 75 días de trabajo útil), en unas cuatro pesetas por metro cúbico, ó cuarenta por bloque, precio idéntico al consignado en anteriores presupuestos sancionados por la Superioridad, y comprobado repetidas veces en la práctica. Veamos ahora cómo ha podido determinarse el valor de este elemento de obra en el caso de los bloques huecos.

Ante todo, ha sido necesario revisar todo el material, calculando y comprobando directamente su resistencia hasta en sus menores elementos para el manejo de las nuevas cargas. De esta minuciosa revista ha resultado la convicción de que todos los aparatos y cadenas pueden soportar con seguridad un peso máximo de 30 toneladas, bastante superior al del bloque hueco, que, como sabemos, es algo inferior á 28.000 kilogramos.

Acto continuo, se ha llevado á cabo la única reforma necesaria en el material empleado para la remoción, ó sea la elevación del carro hidráulico, preparado para bloques de 1^m,33 de altura; pero con objeto de que dicho aparato pueda servir indiferentemente para los bloques macizos ó los huecos, se ha proyectado su peralte por medio de cuatro piezas huecas de fundición de 0^m,60 de altura, interpuestas entre los coginetes y las vigas longitudinales del carro, las que pueden montarse y desmontarse con la mayor facilidad y prontitud.

Terminada esta ligera modificación, se ha podido proceder á las operaciones sucesivas para el asiento. El resultado obtenido en las mismas era fácil de prever, con arreglo á la sana lógica, pues es evidente que pudiendo soportar el material el peso de mayores cargas, el tiempo invertido en cada

operación tenía que ser independiente de los volúmenes y pesos de los bloques, hasta su límite de resistencia. Así, por lo tanto, habiendo dispuesto las dos cabrias flotantes para asentar con una de ellas los bloques macizos, y simultáneamente con la segunda los bloques huecos, los tiempos medios para unos y otros invertidos han resultado sensiblemente iguales en todos los períodos del trabajo, sin que haya ocurrido en el manejo y remoción de los nuevos modelos incidente alguno desfavorable.

Así, pues, y habiéndose colocado igual número de bloques de una y otra clase en el mismo tiempo, es evidente que el coste medio resultante para el asiento del metro cúbico en los bloques huecos ha de ser bastante menor que en los macizos, bastando para deducirlo dividir la cifra antes calculada de 40 pesetas, por el número de metros cúbicos correspondiente al volumen *total* ó aparente del bloque; es decir, por *quince*. Dicho coste será, por consiguiente, igual á

$$\frac{40}{15} = 2\text{p.},67,$$

inferior en **1,33** pesetas á su análogo en los bloques macizos.

Economía por metro lineal de muelle.—Tal es el resultado de las primeras pruebas prácticas realizadas para la fabricación, fraguado y asiento de los bloques huecos. Claro es que para la exacta comprobación de la estabilidad de estos modelos y de los muros formados por ellos, valiéndonos de las pruebas restantes ya enunciadas, por medio de cargas convencionales, es necesario aguardar al tiempo oportuno para verificarlas, que será aquel en que el fraguado y endurecimiento hayan llegado á su límite máximo, y que sabemos es próximamente al medio año de su inmersión. Hoy día la resistencia de estos bloques debe apreciarse solamente en **5 á 6** kilogramos por centímetro cuadrado, siendo así que puede y debe llegar hasta **14 ó 15**. En dicha época, y verificados los experimentos, se dará cuenta de sus resultados á la Superioridad.

Con los datos antes calculados y los que en la segunda parte de esta Memoria se consignan, puede ya determinarse con exactitud la verdadera economía resultante para el *metro lineal* de muelle formado con los bloques huecos de 2^m,00 de altura.

Dicha economía será la siguiente:

Ahorro de material $4\text{m}^3,00$, aplicando el precio de **17,00** pesetas por metro, de la fabricación en bloques macizos, dicho ahorro producirá una economía de $4 \times 17..$ 68,00

Asiento. Por metro lineal entran, empleando los bloques macizos equivalentes en resistencia, 29m^3 . Su precio de asiento será $29 \times 4 = 116$ pesetas.

Con los bloques huecos de $2\text{m},00$ de altura, el volumen por metro lineal es de 25 metros cúbicos, su asiento costará $25 \times 2,67 = 66\text{p},75$.

La economía por este concepto será, pues, $116 - 66,75..$ 49,25

SUMA.. 117,25

De esta suma deben deducirse:

1.º Aumento de gasto producido por el mayor precio de los moldes. Este aumento por unidad de volumen es, como sabemos, de $0\text{p},085$. Bastará para hallar el correspondiente al metro lineal de muelle, multiplicar la cifra anterior por **25**, que es el número de metros cúbicos resultante, igual a $0,085 \times 25..$ 2.125

2.º Exceso en el precio de fabricación.—Por unidad de volumen dicho exceso es igual a $2,892 - 2,807 = 0\text{p},085$; luego en los 25 metros cúbicos resultará de. 2.125

3.º y último. Aumento de terraplén por el relleno de los huecos.—En cada metro lineal de muelle el exceso de terraplén esta representado por un volumen igual a $4 \times \frac{2,5}{2} = 5\text{m}^3,00$; y siendo el precio unitario medio correspondiente, según presupuesto, de **1,80** pesetas metro cúbico, el exceso resultante en el coste será de. 9.000

SUMA.. 13.250

Hallando la diferencia entre las dos sumas deducidas, la verdadera economía resultante del empleo de los bloques huecos será igual á

$$117,25 - 13,25 = 104 \text{ pesetas}$$

por metro lineal de muelle.

Si queremos, como es lógico y natural, verificar la comparación de este sistema con los bloques macizos, equivalentes en resistencia, si no con los que han venido empleándose hasta la fecha como de uso corriente en la

construcción de muelles anteriores, habrá que modificar los cálculos anteriores del siguiente modo:

Ahorro material.

	Pesetas.
5,00 metros cúbicos á 17,00 pesetas.. . . .	85,000
<i>Asiento.</i>	
Muro de bloques macizos 30,00 metros cúbicos × 4,00 pesetas.. . . .	120,00
Idem de bloques huecos 25,00 id. id. × 2,67 pesetas . . .	66,75
Diferencia.	53,25
SUMA.	138,250
A deducir (la misma suma anterior)	13,250
Economía por metro lineal.	125,000

Aplicando estas cifras á la construcción del nuevo muelle de Cataluña, cuyo desarrollo en los paramentos (descontando los bloques trapezoidales de los ángulos redondeados de la cabeza, y suponiendo suprimido el sistema de escollera en las fundaciones exteriores), es próximamente igual á 530 metros lineales la *economía total* que produciría el nuevo modelo, comparado con el macizo de igual resistencia teórica, resultaría de

$$530 \times 102 = 54.060 \text{ pesetas,}$$

y con el bloque de uso ordinario:

$$530 \times 125 = 66.250 \text{ pesetas;}$$

es decir, de un 12,50 á un 15,30 por 100 del presupuesto total correspondiente.

La economía resultante del empleo de los bloques huecos de 1^m,60 de altura, sería la siguiente, suponiendo un gasto igual de fabricación:

Comparación con el muro de bloques macizos de igual resistencia.

	Pesetas.
Ahorro material (el mismo que anteriormente).	68,00
<i>Asiento.</i> —El coste por unidad sería igual á $\frac{40}{12} = 3\text{p},33$; luego	
por metro lineal de muelle resultará de $25 \times 3,33 = 83\text{p},25$, y	
como el de los bloques macizos es igual á 116 pesetas, la economía obtenida será de.	32,75
SUMA.	100,75

A deducir:

1.º Aumento de gasto por mayor precio de los moldes.
La diferencia entre los precios de los moldes respectivos será en este caso de $320 - 248 = 72$ pesetas; luego para los **20** moldes necesarios, dicho exceso será de $20 \times 72 = 1.440$ pesetas. Aplicando los razonamientos expuestos para el bloque hueco anterior, el aumento por unidad de volumen resultará, por lo tanto, igual á

$$\frac{1.440 \times 0,75}{20 \times 10 \times 100} = 0^p,054,$$

y por metro lineal de muelle $0,054 \times 25 = 1,350$

2.º Exceso en la fabricación (igual al anterior). 2,125

3.º Aumento de terraplén por relleno de los huecos.

El número de bloques es igual á cinco, y el volumen de la parte hueca en cada uno de dos metros cúbicos; luego el cubo de terraplén de relleno por metro lineal de muelle resultará igual á

$$\frac{5 \times 2}{2} = 5m^3,00, \text{ y su precio á } \mathbf{1,80} \text{ metro cúbico} \dots\dots\dots 9,000$$

SUMA. 12,475

Economía resultante: $100,75 - 12,475 = 88,275$ pesetas.

Comparación con los bloques macizos ordinarios.

	Pesetas
Ahorro de material.	85,000

Asiento:

Muro de bloques macizos.	120,00	} 36,750
Idem de id. huecos.	83,25	

Diferencia. 36,75

SUMA. 121,750

A deducir. 12,475

Economía resultante. 109,275

Cifras un tanto menores, pero aproximadas, á las obtenidas para el bloque anterior.

Con lo expuesto juzgo haber cumplimentado en todas sus partes el acuerdo de la Superioridad, quien en su vista, y con mayor ilustración, resolverá lo que estime más acertado.

El Ingeniero Subdirector de las obras del puerto,
JULIO VALDÉS.