

producida por arrojar á la alcantarilla líquidos á temperatura elevada.

En estos diversos casos pueden estas emanaciones de las alcantarillas ser causa de daño para las casas próximas á los orificios, sobre todo en ciertas condiciones de temperatura y de presión atmosférica.

Por eso, desde hace mucho tiempo se busca un medio eficaz de ventilar las alcantarillas, suprimiendo toda posibilidad de que se desprendan gases deletéreos al nivel de la calle.

Muchas soluciones se han propuesto, tales como la extracción mecánica del aire viciado, la destrucción de los gases infectos por el calor, la creación de corrientes de aire por la inyección de agua en las alcantarillas, etc.

Estas diversas disposiciones pueden dar buenos resultados, pero necesitan una vigilancia constante y asidua, y si bien esto no es un inconveniente grande en las poblaciones de importancia, es de una gran dificultad en las pequeñas ciudades, que se encuentran en la imposibilidad práctica de organizar un buen servicio de inspección.

La Administración municipal de West Hartepool, en vista de esto, ha encargado á su ingeniero M. M. Nelson F. Dennis, del estudio del asunto. Numerosas notas y observaciones han sido hechas por este técnico, el cual ha comparado entre sí los sistemas de ventilación siguientes:

- 1.º Por agujeros de hombre;
- 2.º Por orificios establecidos al nivel de la calle;
- 3.º Por dimensiones de 10 centímetros de diámetro y de 10 metros de altura, adosadas á las fachadas de las casas;
- 4.º Por columnas de la misma altura establecidas en la alcantarilla, de 0,25 metros de diámetro en su mitad inferior y 0,16 metros en la parte superior; á la acometida á la alcantarilla se efectúa por un tubo de 0,23 metros de diámetro.

M. Dennis ha medido con un anemómetro el volumen de aire gastado por cada una de estas disposiciones, y ha anotado los cambios de corriente observados.

Como resultado de sus observaciones pueden señalarse las cifras siguientes para gasto medio por minuto del volumen de aire evacuado:

- 70,03 pies cúbicos por las columnas de ventilación.
- 45,79 ídem id. por los orificios al nivel de la calle.
- 33,25 ídem id. por los agujeros de hombre.
- 7,16 ídem id. por las chimeneas adosadas á las fachadas.

La inferioridad de esta última disposición es manifiesta: se debe, según el autor, á los numerosos codos y variaciones bruscas de sección que presentan estas dimensiones, y á las obstrucciones que se producen frecuentemente por consecuencia de su débil diámetro; un nido de pájaros puede establecerse fácilmente, y es lo bastante para impedir su funcionamiento; si se remediaran estos inconvenientes el resultado sería seguramente mayor.

El sistema de ventilación más eficaz y del que puede esperarse seguramente mayor éxito, es la chimenea de ventilación de diámetro grande que acomete directamente á la alcantarilla; experiencias complementarias efectuadas con calma absoluta y con una temperatura sensiblemente igual á la que reina en la alcantarilla—en circunstancias, pues, las más desfavorables—han demostrado que el gasto por columna alcanza hasta 26 pies cúbicos por minuto. Este resultado puede considerarse como muy satisfactorio.

Á consecuencia de estos ensayos, la Administración municipal de West-Hartepool ha decidido la colocación de 139 tubos de ventilación de 16 centímetros de diámetro adosados á las fachadas de las casas y enlazados á la canalización por una conexión de 0,25 metros de diámetro y 70 columnas aisladas de sección idéntica, colocadas sobre la alcantarilla misma.

El coste total de estos tubos y columnas, que serán construidas en el origen de las ramificaciones, está valuado en 42.000 francos.—O.

El Ministerio de Ferrocarriles, Correos y Telégrafos de Bélgica, ha publicado recientemente una Memoria sobre la explotación de los ferrocarriles durante el año 1905. Entre los numerosos datos estadísticos que contiene, citaremos los siguientes: En 1905 se consumieron por los ferrocarriles del Estado, en ampliaciones y reparaciones, 30.000 toneladas de carriles nuevos de acero, al precio medio de 127,50 francos los 1.000 kilogramos. El consumo de combustible alcanzó la cifra de 1.721.000 toneladas, siendo el precio de 11,97 francos los 1.000 kilogramos. El combustible consumido por tren kilómetro ascendió á 22,85 kilogramos, siendo su coste de 0,272 francos. La Comisión quedó altamente satisfecha de los resultados obtenidos con las nuevas locomotoras Compound. Las máquinas provistas de recalentadores continuaron dando muy buenos resultados, especialmente en lo que se refiere á la reducción de consumo y aumento de potencia.—H.

PUERTO DE BARCELONA

(CONTINUACIÓN)

»M. Bernardini, después de afirmar que el empleo de estos grandes bloques parece indudablemente racional desde el punto de vista de la resistencia, se declara conforme con el criterio de M. Coen Cagli en lo que se refiere á las condiciones excepcionales en que ha sido aplicado hasta ahora el sistema y á la longitud de los bloques, que se ha fijado en 30 metros en Zeebrugge y Bizerta, lo cual se debe poder conciliar con la elasticidad necesaria á un rompeolas, para seguir los asientos irregulares de su cimiento. Los efectos de la resaca preocupan sobre todo á M. Bernardini, quien opina que si el dique en su basamento se encontrara cargado insuficientemente, en ciertos puntos, los materiales que lo componen podrían ser removidos y arrastrados por la resaca, lo que ocasionaría la ruina de la obra.

»M. Dyce Cay estima que, si bien los grandes bloques monolíticos son muy ventajosos para ciertas obras especiales, tales como los morros de un dique, exigen un estudio minucioso del estado del mar, de la dirección de las corrientes y ofrecen, á pesar de todo, tan grandes riesgos de averías y submersión, que no puede menos de resultar una excesiva lentitud en su ejecución para ser aplicables en los casos ordinarios de construcción de rompeolas.

»M. Dyce Cay abriga, también, serias prevenciones respecto al relleno de los cajones, temiendo que las paredes puedan ser derribadas por los golpes de mar, en ciertos puntos muy peligrosos.

»M. de Joly suministra sobre los grandes bloques de Bizerta datos muy valiosos por referirse á hechos y no á consideraciones teóricas, declarando:

»1.º Que excepto para los morros, en los que las dimensiones son mayores y el peso de los bloques de 6.500 toneladas, los bloques corrientes tienen 8 metros de ancho y 34 de largo por 8 de altura con un peso de 5.000 toneladas, están colocados sobre un macizo de escollera de diferentes tamaños que presenta respecto los bloques un saliente de 10 metros por el lado exterior y de 5 metros por el lado del puerto, sin que en la constitución de su parte superior entren materiales escogidos.

»2.º Que á pesar de sus dimensiones, la estabilidad de los bloques no es absoluta y que un temporal del Noroeste, en Febrero de 1904, deshizo en algunas horas la hermosa regularidad del rompeolas; los bloques sufrieron asientos desiguales y se desviaron ligeramente hacia el exterior; algunos se empotraron en la escollera después de haber girado alrededor de su extremidad occidental; además, un segundo temporal en Noviembre de 1904 ocasionó en el rompeolas averías locales importantes y

es de temer que los próximos temporales aumenten aún tales daños y que los mismos bloques se partan verticalmente.

»Por estas averías, M. de Joly deduce:

»1.º Que la anchura de 8 metros dada á los bloques de 5.000 toneladas es un poco escasa y que un ancho de 10 metros hubiera sido preferible.

»2.º Que es absolutamente indispensable formar la parte superior del macizo de escollera con materiales de calidad superior para evitar su aplastamiento por la acción combinada del peso de los bloques y de la carga adicional, resultante del choque de las olas que, obrando sobre una pared vertical de gran altura, produce efectos de resaca muy temibles. En Bizerta, aunque la banqueta y el talud de la infraestructura parecían estables, el ataque del lado interior por las grandes olas franqueando la superestructura fué tan violento, que se produjeron socavaciones, y los bloques se desviaron hacia el interior. Tales ataques tuvieron que ser combatidos ensanchando 5 metros la banqueta interior con grandes bloques naturales. La infraestructura, empero, podría aún resentirse con motivo de los nuevos temporales por la resaca producida exteriormente al pie de los enormes bloques que constituyen la pared vertical.

»M. de Joly observa, además, que no estando las obras de Bizerta expuestas á oleajes muy violentos, los nuevos procedimientos puestos allí en práctica, si bien ofrecen al Ingeniero un recurso precioso, no han recibido la sanción de la experiencia en mares muy duras, y á pesar de todos los perfeccionamientos y preocupaciones indicadas, no pueden considerarse como absolutamente seguros en parajes de mucha exposición y en mares muy duras, en las cuales los efectos de la resaca al pie de las obras adquirirían una importancia mucho mayor. Esta temible posibilidad, á la vez que el bajo precio y la excelente calidad de los materiales para escollera, ha inducido á desechar para la prolongación del gran rompeolas del puerto de Orán un perfil de tipo análogo al de Bizerta, y aún mucho más robusto, y á adoptar un macizo de escolleras con revestimiento, hasta 900 metros, de bloques arrojados.

»El ponente general propone al Congreso las siguientes conclusiones sobre la construcción del rompeolas con relación á la potencia de las olas:

»Los rompeolas en escollera, aunque exigen una conservación costosa, son ventajosos para los parajes muy abrigados con profundidades de agua poco considerables, siempre que se tengan á mano materiales de poco precio y de buena calidad y no afecte á su estabilidad la naturaleza fangosa del fondo.

»Cuando las obras estén expuestas á mares muy duras, se puede aún recurrir á las escolleras en las condiciones anteriormente mencionadas, añadiendo exteriormente y hasta cierta profundidad un revestimiento de bloques de hormigón. La disposición de los bloques que parece más acertada desde el punto de vista de la resistencia y de la conservación, es la de bloques arrojados, procurando al estudiar el perfil de revestimiento cortar la ola al nivel del mar; en cambio la colocación de los bloques presenta serias dificultades, siendo susceptible de desorganización por efecto de los asientos de la escollera, y de destrucción total por los temporales, no permitiendo en último caso la conservación sin renunciar al principio mismo del sistema, lo cual se ha puesto en evidencia á raíz de las averías sufridas por el rompeolas de Génova, por causa del temporal de Noviembre de 1898.

»Los rompeolas formados por un núcleo de escollera de mampuestos con doble revestimiento de bloques asentados, no ofrece ninguna seguridad para mares muy duras, como lo prueban los accidentes ocurridos en Livorna y Civita-Vecchia; en cambio, en parajes abrigados y en profundidades de agua moderadas, este tipo puede prestar buenos servicios, sobre todo si se trata de obras de poca importancia.

»Los rompeolas de paredes verticales ó casi verticales, convienen especialmente para profundidades moderadas y sobre fondos duros en los que las socavaciones procedentes de las re-

sacas y de las corrientes no son de temer. Para su construcción, se puede recurrir á la construcción de la mampostería por el aire comprimido en los sitios medianamente abrigados, ó á falta de esta condición al vertimiento de grandes sacos de hormigón por medio de barcazas, ó al asiento muy regular de bloques de hormigón colocados y unidos con ayuda de titanés. Estos sistemas ocasionan gastos muy subidos y no deben aplicarse á obras de poca importancia.

»Los rompeolas mixtos de infraestructura de escollera y superestructura de paredes verticales, convienen en particular para los sitios de mucha marea y para los de marea débil si la profundidad del agua es muy considerable.

»Para los mares de alta marea no ofrece ninguna dificultad el arranque de la superestructura desde el nivel de aguas bajas.

»Para mares de débil marea, se puede proceder en parajes abrigados á la constitución de la superestructura empleando solamente bloques asentados según el tipo adoptado para el nuevo dique de Nápoles; para mares muy duras este tipo no presenta bastante seguridad y puede en algún caso ser reemplazado ventajosamente por grandes cajones monolíticos según el tipo de Bizerta, procurando dar á los bloques una anchura proporcionada á su longitud, obtener la más perfecta compacidad del basamento de escollera pequeña, y contrarrestar los efectos, muy temibles, de la resaca producida exteriormente al pie de los bloques por el choque de las olas, sea por el empleo de materiales seleccionados en la parte superior de la banqueta exterior, sea por la sobrecarga y la protección de esta banqueta por medio de bloques de protección, al pie de los cajones.»

Yo deduzco de lo expuesto que si se puede establecer al exterior una rompiente de escolleras bastante grandes y fuertes para que no vengan á tomar los taludes exagerados á que se refiere el dictamen y se consigue construir los monolitos en verdaderas condiciones de economía, cimentando las fábricas á profundidad de unos 9 metros, es de esperar que los diques no sufran las averías que tan triste recuerdo han dejado en la construcción de los puertos de todas las Naciones; y como creo que con el perfil aprobado se resolvían todos estos problemas, salvo la construcción económica de los monolitos, entiendo que consiguiendo esto último puede considerársele como ajustado á las últimas lecciones de la experiencia, y de aquí que al dar cuenta del modo y forma como se construían aquí los bloques de 1.800 toneladas, y el precio á que resultaban, fuera admitido sin distinciones y reservas el tipo que presentábamos y que de las conclusiones propuestas se eliminara la recomendación de adoptar los monolitos tipo Bizerta, ya que había medio de obtenerlos mejores y á menos coste. Veamos cómo se ha conseguido este resultado.

Según he copiado en las páginas que preceden, me ordenó la Superioridad que hiciera ensayos para construir monolitos de hormigón armado disminuyendo cuanto pudiera la cantidad de hierro, hasta suprimirlo por completo si era posible, y aumentando también la longitud de esos bloques conservando su latitud y alturr. Así, pues, podía arriesgarme á marchar rápidamente á la resolución de este problema sin temor á responsabilidades, puesto que se trataba de ensayos en los cuales tanto valía la afirmativa de que podían adoptarse ciertas soluciones, como la negativa que me hubiera inducido á buscar otras, algunas de las cuales expondré en esta Memoria, por si en algún otro puerto hay ocasión de ensayarlas y da mejores resultados que lo ejecutado hasta ahora. Pero al mismo tiempo, hube de realizar estos ensayos en condiciones tan excepcionales, que nada se intentaba que no fuera inmediatamente del dominio público y se discutiera y censurara en términos que si por desgracia hubiera ocurrido el menor accidente antes de concluir las pruebas, habría sido preciso darlas por fracasadas.

Me propuse desde luego construir cajones de hormigón que flotando pudieran transportarse al sitio de empleo, como ha venido haciéndose tanto en Bizerta, como en Zeebrugge y en

Bilbao con los de hierro, desde que el Director de este puerto los inventó, y después de estudiar el asunto y hacer algunos tanteos, llegué al siguiente tipo.

El paralelepípedo de 11,50 metros de largo por 6 de ancho y 7 de altura, se dividió en compartimientos de 2 metros de luz, por medio de tabiques paralelos á la menor de las caras verticales, dando á estos tabiques un espesor de 0,20 metros; tomándolos como estribos de bóvedas se formó el intradós de cada uno de los trozos de la cara mayor comprendidos entre dos de ellos, por medio de conoides que tenían por plano directo uno vertical paralelo á la cara menor del paralelepípedo y por directrices una recta paralela á la arista mayor del mismo, situada en la cara superior á 0,10 de distancia del borde y una semicircunferencia de 2 metros de diámetro situada en un plano horizontal á un metro de altura sobre el fondo, teniendo su diámetro paralelo á la cara mayor y el vértice á 0,30 de la referida cara. Di al fondo el espesor de un metro, y de este modo, según mis cálculos, debía flotar el conjunto y resistir bien las presiones del agua exterior; pero faltaba formar los testeros ó caras menores de este sólido, y como me resultaban con 6 metros de luz, y se aumentaba mucho sus espesores no conseguía la flotabilidad necesaria, decidí armarlos con varillas de hierro, cuyo número y dimensiones determiné por los procedimientos de cálculo seguidos en esta clase de construcciones.

Se construyó esta caja sobre una plataforma de madera, puesta sobre los careneros del dique flotante y deponente que hay en este puerto, y después de quitar los andamios indispensables para la construcción, se sumergió empleando el referido dique y se transportó por medio de un remolcador al sitio de empleo, donde quedó colocado sin que ocurriera accidente alguno, y, por lo tanto, quedó resuelto el principio del problema planteado, que era hacer estos cajones, disminuyendo en lo posible la cantidad de hierro, puesto que habíamos suprimido todo el correspondiente á los costados mayores y al fondo.

En tales condiciones, creí que debía ir más lejos, y pensé en modificar los testeros reforzándolos con hormigón, de modo que las dos primeras paredillas viniesen á funcionar como viga armada, al propio tiempo que toda la obra se unía fuertemente al fondo, que es la parte más resistente de este conjunto, y proyecté el tipo de 12 metros de longitud; suprimiendo en absoluto todos los hierros de refuerzo, de los cuales sólo dejé en la parte superior del paralelepípedo dos varillas de 25 milímetros de diámetro que sirven de zuncho general de las fábricas. Calculado este conjunto, lo mismo como viga apoyada en sus extremos que como pieza empotrada en el piso, debía resistir las presiones del agua, y, por lo tanto, se construyó y transportó el cajón como el anterior, sin dificultades de ninguna clase, dejándolo fondeado junto al primero.

Quedaba por conseguir el alargamiento de estos cajones, y procedí á construir uno de 18,60 metros, compuesto de idénticos elementos que el segundo ensayado y sin otra diferencia que darle seis celdas del tipo de las centrales en lugar de las tres que tenía el ya experimentado, y como era de suponer, después de los resultados obtenidos, también este flotante se botó al agua, transportó y fondeó sin dificultad de ningún género.

Este último cajón flotó con un calado de 5 metros, y, por lo tanto, es seguro que pueden hacerse de doble y aun triple longitud, y también de anchuras mayores de 6 metros, en la seguridad de que resistirán bien las operaciones de botadura, transporte y asiento; porque si construyéramos dos cajones acoplados de modo que tengan un testero común ó sólo las paredillas extremas, es de suponer que funcionarán lo mismo que el ensayado, siendo poco probable la rotura, porque precisamente el centro, que es la parte más peligrosa, queda bastante reforzado.

Del mismo modo es fácil aumentar la anchura de estos cajones para que puedan resistir mares más fuertes que los de esta zona, pues bastará alargar algo las celdas ó bien acoplar lateralmente dos cajones, para formar macizos de la longitud y anchura que se juzguen necesarios.

Ciertamente que estos cajones no tienen la resistencia á los choques que se consigue con las envolventes de acero, y, por lo tanto, que ni en la botadura ni el asiento pueden emplearse procedimientos tan violentos como los adoptados en Zeebrugge, donde se deja entrar el agua por cima de las bordas, motivando un verdadero naufragio para que la caja vaya á su sitio, pero no veo la necesidad de adoptar tales procedimientos ni en el Mediterráneo ni donde haya mareas. En el primero queda demostrado experimentalmente que se puede remolcar el cajón sobresaliendo un par de metros de la sonda á que está sentada la banqueta que lo ha de recibir, y una vez presentado descende lentamente hasta apoyarse en el fondo sin que las bordas queden por bajo del nivel del mar; y donde haya mareas, paréceme aún más sencilla la operación, porque bastará hacer el transporte y presentación durante la plea para que al descender las aguas se asiente por sí sola la caja, contando con sobrado tiempo para lastrarlo en la cantidad necesaria para que no flote cuando las aguas vuelvan á subir.

Así, pues, en el concepto de transporte y asiento, ningún inconveniente presenta este sistema en comparación con los empleados hasta ahora.

Respecto de la botadura, tampoco debe ofrecer dificultades; aquí hemos dispuesto de un dique flotante y deponente, y es claro, que construido el cajón sobre los careneros, lo toma y sumerge en el agua sin sacudida de ninguna clase, y podría objetarse que no disponiendo de aquel medio de trabajo resultaría muy costosa la botadura; pero en mi concepto no es así, porque la caja vacía no pesa más de 570 toneladas, repartidas en una extensión de 18,60 metros, y como un dique flotante de esta potencia puede hacerse hasta de madera sin gasto de consideración y sobre él pueden irse construyendo los cajones como se ha hecho en los careneros, resulta un medio de trabajo no más importante que un puente de carga, un remolcador ó cualquiera de los demás elementos que requieren esta clase de obras. También es posible, dado el escaso peso por metro lineal, hacer la construcción sobre vagonetas y bajarlas al agua por rampas siguiendo el método general empleado en los varaderos. Es, pues, la realización de este trabajo tan práctica y sencilla como las demás.

Las condiciones en que pueden hacerse este género de ensayos cuando no hay aprobado para ellos un crédito grande, me impidió intentar la construcción directa de los monolitos, transportándolos con flotadores, procedimiento que quizás llegue á ser el que realmente se generalice.

Un monolito como los que aquí se construyeron, pesa unas 100 toneladas por metro lineal, y dentro del agua unas 60; por lo tanto, sostenido por dos flotadoras, necesita cada uno de ellos una fuerza ascensional de 30 toneladas por metro, de modo que calculado que caben cinco, les corresponderán seis de anchura para que puedan sostener la carga antes citada; contando con su peso propio y el de los elementos de suspensión que han de emplearse, considero que podría llegarse al resultado apetecido con 8 ó 10 metros de latitud; si, pues, se construyera una parriella ó plataforma de dique flotante, con sus correspondientes torres para instalación de máquinas, y sobre ellas se situaran esos dos flotadores en la posición debida, podría construirse entre ellos el monolito, multiplicando cuanto fuera necesario los puntos de suspensión, y cuando estuviera seco descenderlo y transportarlo con los flotadores, desprender éstos, volverlos á su primera posición sobre la plataforma del dique y emerge éste para emprender la construcción de otro macizo. Creo muy hacedero todo esto; claro es que su aplicación requiere un detenido estudio, y no hallándome en condiciones para hacerlo, por el trabajo que sobre mí pesa y la atención que he de dedicar á las obras, consigno la idea por si puede utilizarse en algún sitio por compañeros, que seguramente la desarrollarán con mejor acierto que podría hacerlo yo.

Para determinar la latitud que debía darse al cajón, hice las siguientes consideraciones:

Veamos ahora el ancho que debemos darle:

«Para ello, hemos de tener presente que antes de llevar el cajón a su sitio estará terminada y aun consolidada la escollera de bloques, que los preservará de la acción directa de la marejada. Supongamos el momento más peligroso para la estabilidad del cajón, que es recién construido y en el intervalo que habrá de transcurrir mientras no se rellene el espacio que los separa del macizo de bloques y se construya la parte de banqueta correspondiente. La ola, después de romper contra la escollera y salvar su coronación, entrará en la canal que existe entre ambas construcciones para estrellarse por completo contra el muro que formarán los cajones. Si pudiéramos, determinar con exactitud la medida de esta acción, fácilmente calcularíamos el ancho que le corresponde con sólo llenar la condición de que el momento de estas fuerzas respecto a la arista interior de la obra fuese inferior al que produjese el peso de la misma. A falta de otros elementos para desarrollar este cálculo, he partido del supuesto de que la acción de la ola en su potencia máxima no pasa en el Mediterráneo de 20 toneladas por metro superficial. Después de romper sobre los bloques, conservará una fuerza viva, que es la que trato de determinar. Para ello haremos observar que al chocar la ola contra un obstáculo ejerce su presión máxima a la altura del nivel del mar, cuya presión disminuye rápidamente por encima y por debajo de dicho nivel. La forma de la curva que las representa tiene, pues, su máximo en el nivel medio ó superficie neutra, de donde parten las dos ramas tangentes en este punto, y que van á encontrar la vertical á distancias que no están bien definidas y que los observadores suelen fijar de 8 á 9 metros.

»De aquí se deduce, que si colocamos un cuerpo á distintas alturas para que reciba el choque de la ola, consumirá una parte de la fuerza viva proporcional al área de la curva de presiones que intercepte. Por lo tanto, en nuestro caso, en que el núcleo de bloques sobresale del nivel del mar, la potencia de la ola que al encontrarlo se consume empezará á la mitad de la total acción y no conservará al llegar á los monolitos más que una fuerza que será inferior á 10 toneladas.

»Una vez fijada esta acción, nada más fácil que establecer la condición antes citada, de que el momento del peso sea superior al que produzca la fuerza equivalente á 10 toneladas.

»Esto nos da un ancho de 5,40 que elevaremos á 6, no sólo para estar en mejores condiciones de estabilidad, si que también para disponer de un pequeño exceso de anchura en los monolitos, que nos sirva de zarpa y medio de rectificación de las desigualdades que causarán los asientos.

»Resulta, en definitiva, que las dimensiones transversales del cajón, deberán ser iguales á ambas á 6 metros.

»Á su altura damos un metro más para evitar en primer lugar que penetre el agua del mar, que aun supuesta tranquila, no dejará de tener ondulaciones más ó menos débiles, y además para ponernos á cubierto de los asientos que indudablemente hará la escollera al aguantar el enorme peso de aquéllos á medida que se vayan rellorando.»

Expuestas las consideraciones generales que justifican el nuevo tipo de perfil adoptado y la marcha seguida en los ensayos que me fueron confiados, paso á detallar la forma en que se ha montado la construcción de estos monolitos, materiales empleados en ellos y precio á que resultan.

He dicho ya que para la construcción de los bloques artificiales de 80 toneladas, en el taller del muelle de Poniente de la dársena del dique flotante hay establecida una vía que, partiendo de los hormigoneros, se extiende á lo largo del taller, y, por lo tanto, deja á Levante los careneros de la expresada dársena, resultando 3,30 metros sobre los expresados careneros. Esta circunstancia me indujo á montar sobre caballetes de madera vías transversales al andén bajo, de modo que, utilizando el material móvil de la contrata y la expresada vía, pudiera fabricarse y verterse el hormigón con los elementos de que se disponía para el servicio general del taller; y posteriormente el contratista,

mejorando lo que sólo se hizo por vía de ensayo, ha montado los caballetes sobre carriles, de modo que fácilmente se les puede correr, dejando libre el puesto de los moldes de construcción. De este modo el hormigón fabricado en la hormiguera cae en las vagonetas, se transporta con el truck y se vierte directamente en el molde hasta que la construcción alcanza la altura de 2,50 metros, que es el desnivel que media entre el piso inferior de las fábricas y las vías de servicio, y el resto, en el cual entra escasísimo cubo, se realiza elevando en cajas los materiales después de hecha su mezcla y transportada al pie del molde.

La disposición general del molde se reduce á una plataforma compuesta de 20 vigas de madera de $0,30 \times 0,30$ adosadas en los 10 metros centrales y espaciadas 0,30 metros en los extremos, pues se han combinado según sus longitudes y arriostrado convenientemente por medio de 7 tablones ordinarios para que resulte una construcción indeformable; sobre este esqueleto se colocó un piso de tablas de 0,025 de espesor, formando así el plano de erección de la obra; siguiendo el contorno de este piso se afirmaron á los durmientes piezas con los encajes y escopleaduras necesarias para empotrar los pies derechos del andamio exterior, que al propio tiempo sirve para formar el molde; disponiendo estos empotramientos de modo que por medio de cuñas pudieran correrse los montantes 0,15 metros, separándolos así de las fábricas cuando están secos.

El larguero general correspondiente al costado de Poniente, así como las soleras en que se apoya el andamio de este costado, se montaron sobre rodillos, de modo que el conjunto pudiera trasladarse fácilmente separándolo por completo del piso en que se asienta la construcción; y lo mismo se hizo con el frente Sur, si bien haciéndolo correr hacia Poniente, único sitio en que se disponía del espacio necesario para dejarlo depositado.

De este modo, terminada la construcción, basta correr ambos frentes para dejar libre salida al bloque sin necesidad de desmontar los andamios y puede el dique flotante tomar el piso y llevarse la obra con sólo dos frentes; afirmadas las maderas á las pontonas del dique se inmerge el conjunto hasta la profundidad necesaria para que flote el cajón, sácase éste transportándolo fuera de la dársena y entre tanto vuelve el dique á colocar todo el maderamen en su posición primitiva, se corren los dos frentes Sur y Poniente, y queda el armazón en condiciones de empezar otro bloque.

Para activar el trabajo, evitando siempre la costosa manipulación de maderas, se ha pensado en montar dos plataformas como la descrita, una á continuación de la otra, construyendo sobre ruedas un andamio que, corriéndolo convenientemente, pueda servir de testero Sur de un molde y Norte de otro, con lo cual, sin esperar á que esté suficientemente seco un cajón, podrá procederse á construir otro sin erradas maniobras en la colocación de los moldes.

Queda, pues, formado el armazón exterior por una caja de paredes verticales reforzadas con tornapuntas en los sitios convenientes, arriostradas en la parte superior para evitar flexiones y dispuestas en forma que dos de ellas puedan separarse del resto lo bastante para permitir las maniobras y las otras correrse 0,15 metros para separarlas de las fábricas, teniendo los necesarios portillos para el ingreso de las vagonetas cargadas de hormigón dentro del recinto de la obra y los medios auxiliares de poleas y tornos para la elevación de los materiales por encima del plano á que llegan las vías.

Los moldes que limitan las fábricas por la parte interior se hicieron de madera, bastante reforzados y divididos en cinco tambores de 1,12 metros de altura, y otro inferior de 0,40, los cuales á su vez están partidos en diferentes trozos por planos verticales al objeto de que resulten fragmentos manejables y sea fácil el descimbramiento.

Como para la inmersión de los cajones es preciso dejar que en ellos penetre cierta cantidad de agua, se les dota de válvulas colocadas en las celdas más convenientes, y para dominar siempre la maniobra se adoptó un tipo que, aunque resulta costoso

como primera adquisición, influye poco en el valor de la obra, puesto que se salva en todas las operaciones. Consiste esta válvula en una caja de madera con su armazón empotrado en la pared y sobresaliendo de su paramento exterior unos 12 ó 14 centímetros; la tapa es movable, en su plano de asiento lleva una banda de goma, y resbala sobre unas pequeñas guías verticales. Dicha tapa va sujeta á la varilla de maniobra, que la sube ó baja á voluntad del operador, pues se halla sobre el bloque. Una vez terminado el relleno, se salva esta varilla y caja de la válvula que va unida al armazón, por medio de tornillos y con una banda de goma interpuesta, y sólo queda perdido el armazón, cuyo coste es insignificante.

Fácilmente se comprende con los antecedentes que dejo expuestos cómo se construye el cajón; puestos los moldes exteriores y tendida una capa de arena de 0,10 metros de grueso sobre el pavimento de madera, se procede á la fabricación en las hormigoneras, transporte y vertido dentro del molde hasta formar la base de un metro de espesor, pero teniendo el cuidado de llevar la obra por tongadas no muy gruesas, adelantando algo las de un extremo de modo que mientras se están terminando las del otro, haya tiempo para montar los primeros moldes interiores de la celda opuesta, y así cuando se concluye el vertido del hormigón del piso sin parar las máquinas y la marcha del taller, puede seguir la fabricación de dicha celda, el montaje de los otros primeros tambores é ir corriendo todo el trabajo hasta el otro extremo, siguiendo en igual forma para todos los tambores hasta llegar al último.

Como las paredillas que limitan las celdas tienen muy poco espesor, hemos seguido el sistema de cubrir con tablonas las partes que han de quedar en hueco, formando así un piso provisional en el cual viertan directamente las vagonetas, y se corra con suma facilidad el material á las partes que han de rellenarse; teniendo los tambores del molde interior poco más de un metro de altura se verifica el apisonado en buenas condiciones.

Para la colocación de estos grandes cajones en obra, es preciso preparar el plano de asiento, operación que ha venido realizándose á mano por medio de buzos; cuando el plano de escollera está sensiblemente á la altura que le corresponde, procurando no rebasarla nunca, se bajan dos carriles de hierro colocándolos en el sentido de la construcción, y por medio de altas miras, que sobresalen del nivel del mar, se nivelan perfectamente de modo que queden siempre al mismo desnivel del punto fijo de referencia, situado al pie del morro actual. Estos dos carriles sirven de maestras para que los buzos vayan colocando entre ellos el material de piedra pequeña que se les vierte desde la parte superior, y sobre ellos se hace correr otro carril transversal á los mismos para cerciorarse bien de que no quedan huecos ni resaltos entre las maestras. Repitiendo esta operación se consigue la plataforma necesaria. Claro es que podría haberse empleado la campana de buzo para realizar este trabajo, pero dada la longitud de 18,60 metros de los cajones, habría sido preciso el empleo de un titán de brazo muy largo para manejarlos, y si se prescindía de él, dada la intranquilidad de las aguas, eran de temer accidentes que conviene evitar; por lo menos así lo ha creído el contratista, prefiriendo el empleo de buzos al de aparatos especiales.

Además, para la debida colocación de los cajones en su sitio, se pone en el paramento más avanzado un jalón, que debe enfilarse con la línea general que sirve de base de operaciones, y que, por medio de señales hechas en la misma obra, se ha ido conservando y prolongando constantemente; de modo que colocado un teodolito en el punto correspondiente sobre el morro antiguo, el plano vertical que determina el giro del anteojo sobre un eje horizontal comprende todas las banderas colocadas en estas señales.

El testero opuesto al que lleva el jalón se ajusta al del bloque precedentemente colocado, y para ello basta dotar al que va á situarse de una viga adosada al costado de Poniente y que sobresale del testero próximamente metro y medio, de modo que

ejerciendo tracción hacia Poniente cuando los bloques están ya próximos, la viga se apoya en el ya colocado y no deja que se corra el que se está situando. En uno de los bloques de 30 toneladas que forman la restinga exterior se afirma el aparejo para hacer esta tracción, y así el testero de que se trata queda perfectamente dominado en sus movimientos an cuando no estén las aguas completamente tranquilas. Con aparejos fijos en el bloque colocado anteriormente, se aproxima el que se trata de emplazar, llegando á ponerlos separados sólo por las defensas que se sitúan entre ambos para evitar choques que puedan romperlos, y, manteniendo siempre estos aparejos bastante atirantados, se llegan á conseguir juntas de menos de un centímetro quitando las defensas momentos antes de que termine la inmersión del bloque. La operación más delicada es enflar el banderín del avanzamiento, lo cual se consigue afirmando un cabo en los bloques de la restinga y otro en una boya colocada á Poniente.

Cuando se considera bien presentado el cajón, se da aviso para la apertura de las válvulas y comienza el descenso que generalmente se verifica sin perder la horizontalidad, de modo que únicamente hay que ocuparse de las defensas y aparejos del frente posterior, y de ir manteniendo la bandera del anterior en la enfilada, hasta que se nota que el asiento es perfecto; en seguida se procede á cerrar las válvulas, y no habiendo dejado penetrar agua en todos los compartimentos, en el acto puede comenzarse al relleno al aire libre.

Ha sido siempre motivo de preocupación el modo de hacer estos rellenos, porque en la mayoría de los casos no se consigue hacer con ellos verdaderos monolitos, y existe el fundado temor de que al descomponerse la envolvente del cajón puedan fraccionarse los materiales del relleno.

En el presente caso estos temores no tienen importancia, puesto que empleando una envolvente completamente pétreo y debiendo quedar el conjunto enterrado entre las escolleras de la parte de Levante y el muelle de la de Poniente no hay riesgo de rotura ni por descomposición ni por choque, además de que la envolvente pétreo debe adherirse á los rellenos; pero aun con estas favorables circunstancias, he creído que debía preocuparme del asunto y tratar aquí el modo de utilizar estos cajones aun en el caso en que deban emplearse en condiciones menos favorables.

El relleno que se emplea en estas obras es la mampostería hormigonada hecha con cal hidráulica del tipo Theil. En las hormigoneras se fabrica el hormigón, que se va vertiendo en cajas de 10 metros cúbicos de capacidad y al propio tiempo se mezclan las piedras gruesas de la mampostería. Transportadas las cajas en gabarras, las toma una grúa y las vierte en las celdas que están en seco, donde los obreros extienden el material y lo apisonan en el tiempo que media entre los viajes que hacen las cajas. Si en lugar de este relleno se prefiriera el empleo de hormigón sólo, aún se facilitarían más las operaciones, y si se quisiera emplear mampostería, los obreros podrían realizarla completamente en seco, sirviéndoles los materiales con gabarras, ó por el camino que podría establecerse sobre los bloques ya colocados. El adoptar una cualquiera de estas soluciones depende de los recursos de la localidad y situación de cada obra.

Resultan así una serie de bloques de dos metros de anchura por cinco de altura perfectamente estivados entre las paredillas que separan las celdas, sentadas sobre una capa de hormigón de un metro de grueso y arriostros por otra igual en la parte superior, suponiendo que las fábricas de relleno no se suelden á las mencionadas paredillas, pues de admitir esta soldadura se habría conseguido el monolito; yo entiendo que existe, por las muchas rugosidades que tienen los paramentos de hormigón que no se enlucen, y por esto no he creído que debía tomar más precauciones; pero debo consignar que si no fuera así, podrían evitarse esas juntas aligerando las paredillas con huecos que permitieran enlazar las fábricas de dos celdas consecutivas y

aun suprimirlas por completo en los cinco metros superiores, sustituyéndolas por entivación que se iría relevando conforme se construyeran las fábricas de relleno, para lo cual se contaría con los compartimentos de inundación independientes para sumergir los cajones y en la casi totalidad de la altura se construiría todo el macizo sin juntas corridas.

Terminadas las pruebas, hubo de procederse á fijar precios contradictorios para que la obra pudiera continuarse por contrata, y como es este asunto sumamente delicado que conviene sea conocido de cuantos se ocupan de estas obras, me creo en el deber de dar algunas explicaciones respecto de este particular.

Ya al proponer el cambio de perfil, tuve que establecer precios contradictorios, teniendo en cuenta que determinadas cantidades de obra podían resultar más económicas de lo calculado en el primer proyecto. Entonces dije:

«Al estudiar el nuevo perfil que queda descrito, resulta que hay nuevas unidades de obra, para las cuales han de establecerse precios contradictorios, bien porque en el cuadro que sirvió de base á la subasta no estaban previstas las fábricas que ahora se proponen, bien porque, aun estando consignadas en él, su construcción se halla ahora en condiciones diferentes de las previstas para ejecutar el perfil aprobado.

»El primer precio que se encuentra en este caso, es el relativo al asiento de bloques artificiales, que en el cuadro aprobado importa 2,35 pesetas, teniendo que asentar estos bloques en fabrica concertada, con la serie de precauciones que se indican y detallan en el pliego de condiciones de la contrata; y como ahora gran parte de este volumen se verterá con gánguiles y aun en la parte de macizo que se halle á poca profundidad ó sobre el nivel del mar que habrá de ajustarse con cabria flotante, es más fácil el asiento que tratándose de construcciones ó fábricas concertadas, he creído que debía reducirse este precio.

»No hay en el cuadro núm. 2 la necesaria descomposición para hacer esta rebaja, y á falta de este dato, se ha acudido al cuadro de precios de la contrata de muelles interiores, recientemente aprobado por la Superioridad.

»En este cuadro el precio núm. 7 se descompone de la siguiente manera:

»Levante y transporte.....	1,50	} Pesetas 3
»Inmersión y asiento.....	1,50	

de modo que á la inmersión y asiento se le atribuye la mitad del precio total; y suponiendo que ésta, á su vez, se distribuya en dos partes iguales, una correspondiente á la inmersión y la otra al asiento, y que éste carece de valor tratándose de bloques vertidos, se ha determinado el coste de la obra del siguiente modo:

	Pesetas.
»Precio que sirvió de base en la subasta.....	2,35
»Mitad de precio que se aplica á levante, transporte, etcétera.....	1,175
»Mitad de esta cantidad para tener sólo en cuenta la inmersión.....	0,587
»Importe de carga, transporte é inmersión.....	1,762

que se puede redondear en 1,76 pesetas.

»El relleno de los cajones se hará en parte con bloques artificiales de hormigón ó mampostería con cal de Theil y en parte con hormigón vertido directamente en el sitio de su empleo.

»El precio del hormigón ó mampostería en bloques será el estipulado en la contrata, con la partida consignada para asiento y colocación, puesto que no hay variante sensible en su construcción en taller y asiento de los cajones, siendo análogas las dificultades que este trabajo ofrece adoptando cualquiera de los dos perfiles, puesto que el arreglo y preparación del fondo se

abona por separado; pero en el hormigón vertido directamente en los cajones puede obtenerse alguna economía, y esto me ha inducido á estudiar tres precios diferentes.

»Desde luego este relleno puede hacerse en buenas condiciones mezclando con el hormigón piedra más ó menos gruesa procedente de canteras, de modo que cada uno de los mampuestos ó bloques quede completamente envuelto en el hormigón; el trabajo ha de llevarse con suma rapidez, y por lo tanto, no puede pensarse en macizar con mampostería, sino buenamente verter las piedras colocándolas bastante separadas en cada tongada.

»En tales condiciones, según la opinión de Cordemoy y otros constructores, puede calcularse que el volumen de piedra que entra en el macizo no pasa de 20 por 100 de su total. El hormigón puede hacerse con cal de Theil, con el inconveniente de lo que tarda en fraguar, con cemento Grappier ó con los del país que reúnan buenas condiciones, que resumo en las siguientes.»

Se considerará aceptable todo cemento que reúna las circunstancias siguientes:

Composición química.—Silice combinada, 22 por 100 como máximo.

Ácido sulfúrico, 1 1/2 por 100 como máximo.

Magnesia, 5 por 100 como máximo.

Alúmina, 3 por 100 como máximo.

Cernido.—Residuo en la tela núm. 80, 10 por 100 como máximo.

Residuo en la tela núm. 200, 30 por 100 como máximo.

Fraguado.—Empezará á las cinco horas.

Acabará á las catorce horas.

Resistencia á la tracción en briquetas sumergidas en agua del mar.—Cemento sólo.

Á los siete días, 18 kilogramos por centímetro cuadrado.

Á los veintiocho días, 28 kilogramos por centímetro cuadrado.

Mortero de una parte de cemento por tres de arena normal.—Á los siete días, 10 kilogramos.

A los veintiocho días, 15 kilogramos.

La resistencia de los siete días á los veintiocho debe aumentar lo menos 2 kilogramos por centímetro cuadrado.

Deformación en caliente.—La separación de las agujas después de tres horas de inmersión en agua á 100 grados no debe exceder de 5 milímetros.

Forma de hacer los ensayos.—Los ensayos se harán de la siguiente manera:

Densidad aparente.—Se llenará una medida de un litro echando la cal en un embudo con tamiz y sin comprimirlo.

Composición química.—Este ensayo se confiará al Laboratorio central para ensayos de materiales de construcción establecido en la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Cernido.—En el tamiz núm. 50, que tiene 324 mallas por centímetro cuadrado, con hilos de 15 centésimas de milímetro de diámetro.

En el tamiz núm. 200 que tiene 4.900 mallas por centímetro cuadrado é hilos de cinco centésimas de milímetro de diámetro.

«Los ensayos de cernido se harán con muestras de 100 gramos.

»Se considerará terminado el cernido cuando bajo la acción de 100 golpes de cedazo á mano pese menos de un gramo de material.

»El hormigón hecho con cal Theil invertido en bloques tiene el precio de 18 pesetas por metro cúbico, pero es evidente que su fabricación en taller ha de resultar más barata que teniendo que verterlo en los cajones, y por lo tanto he creído que á aquél precio debe añadirse el de 1,50 á que me he referido al estudiar el precio de asiento de los bloques.

(Se continuará.)