

Idem en el segundo tramo:

$$M = M_1 + \frac{M_2 - M_1}{l_2} x = 48423 + \frac{12950 - 48423}{27,186} x \\ = 48423 - \frac{61373}{27,186} x \quad (\text{XIV})$$

Idem en el tercer tramo:

$$M = M_2 + \frac{M_3 - M_2}{l_2} x = -12950 + \frac{3476 + 12950}{27,186} x \\ = -12,950 + \frac{16426}{27,186} x \quad (\text{XV})$$

Caso de estar cargado solamente el tramo segundo:
Ecuación en el tramo primero:

$$M = M_1 \frac{x}{l_1} = \frac{119292}{1699135} x \quad (\text{XVI})$$

Idem en el tramo segundo:

$$M = -p_2 \frac{x}{2} (l_2 - x) + M_1 + \frac{M_2 - M_1}{l_2} x - \frac{2629}{2} x (27186 - x) \\ + 119292 + \frac{98244 - 119292}{27,186} x = -1314,5 x (27186 - x) \\ + 119292 - \frac{21048}{27,186} x \quad (\text{XVII})$$

Idem en el tramo tercero:

$$M = -M_2 + \frac{M_3 - M_2}{l_2} x = 98244 + \frac{26324 - 98244}{27,186} x \\ = 98244 - \frac{124568}{27,186} x \quad (\text{XVIII})$$

Idem en el tramo cuarto:

$$M = M_3 + \frac{M_4 - M_3}{l_2} x = -26324 + \frac{7054 + 26324}{27,186} x \\ = -26324 + \frac{33378}{27,186} x \quad (\text{XIX})$$

(Se continuará.)

EDUARDO MARISTANY.

REVISTA EXTRANJERA

Propiedades de los cementos y de los morteros ¹.

(Conclusión.)

En los hormigones debe preocupar, no sólo la calidad del mortero, sino también la de la grava ó piedra machacada. La importancia de la piedra es tanto mayor cuanto menor es la proporción de cemento, porque los huecos son más grandes y las piedras en contacto tienen tendencia á romperse.

Se deben, pues, preferir los hormigones en que entra el cemento en cantidad suficiente para evitar ó atenuar el inconveniente que acabamos de indicar. Así, no hay temor de que existan huecos en el interior, todos los fragmentos de piedra se hallan rodeados de mortero y la masa puede ser considerada como continua; la compacidad y la homogeneidad son satisfactorias.

El material empleado para la fabricación del hormigón debe ser lavado, para limpiarlo de toda materia extraña, arcillosa ú orgánica, que pueda ser perjudicial para su adherencia. Otras condiciones se imponen también en circunstancias especiales. En los países fríos, se debe evitar dejar las piedras heladizas en

las partes expuestas á las acciones atmosféricas; en las obras de puertos, las que son atacadas por el agua del mar, etc.

En cuanto á la densidad, los materiales ligeros tienen la ventaja de ser más económicos por la facilidad de su transporte y manipulación. Cuando la estabilidad de la obra depende del peso del material, como en los bloques artificiales de los puertos ó los muros de sostenimiento, convendrá elegir materiales pesados.

El tamaño de las piedras depende de la clase de construcción de que se trate. Para obras de poco espesor, como tubos, cubiertas, enlosados, pisos, etc., convienen, naturalmente, las piedras menudas. En general, la piedra debe poder pasar por un anillo de 6 centímetros y no por uno de 2 centímetros; si los muros son de mucho espesor, se pueden admitir sin inconveniente dimensiones mayores, hasta de 8 ó de 10 centímetros. En este caso conviene emplear, además, piedras de menor tamaño que ocupen los huecos comprendidos entre las mayores. La no uniformidad en el tamaño de las piedras es favorable á la homogeneidad y la compacidad; es, además, económica, porque facilita la adquisición del material y porque proporciona mayor resistencia á igualdad de peso de mortero, y, por consiguiente, de cemento.

Respecto á la forma de las piedras, parece ser que la piedra machacada produce hormigones de mayor resistencia que la grava; esto consiste en que la grava exige menos mortero á causa de su forma redondeada. Pero si se emplean morteros más ricos, se puede, en definitiva, obtener mejor hormigón con grava que con piedra machacada, sin aumento de gastos, porque, si bien se emplea un mortero más costoso, la proporción que entra en un metro cúbico es menor.

La grava es generalmente más barata que la piedra machacada, no exige ninguna preparación, es más fácil de colocar en obra, se comprime mejor, se introduce mejor en la masa, y, finalmente, no presenta puntas ni aristas, que en ciertos casos pueden ocasionar algunos inconvenientes.

En resumen; aunque el hormigón de piedra machacada ofrezca más resistencia á la compresión que el de grava, á igualdad de cemento por metro cúbico de mortero, éste ofrece, en cambio, ciertas ventajas que le hacen preferible al de piedra machacada.

Respecto á la resistencia de estas dos clases de hormigones á la tensión, carecemos de experimentos importantes y decisivos, y tampoco poseemos datos acerca de la influencia de la naturaleza más ó menos rugosa de la superficie de las piedras, influencia que no carece de alguna importancia.

Los experimentos realizados para averiguar la resistencia de los hormigones no ofrecen tanto interés como las relativas á los morteros, porque, aun cuando la homogeneidad del hormigón es bastante grande, considerado en masas de importancia, no es suficiente en los ejemplares de ensayo de los laboratorios. Los coeficientes varían mucho, además, según la naturaleza y la composición de los hormigones.

En general, se puede decir que el hormigón resiste más que el mortero á igualdad de cantidad de cemento, y que la resistencia á la compresión es de 6 á 10 veces mayor que la correspondiente á la extensión. Los ensayos usuales se realizan por compresión y con las dosificaciones corrientes; la resistencia del hormigón varía de 100 á 250 kilogramos por centímetro cuadrado al cabo de un mes. Se sabe, sin embargo, que esta resistencia aumenta mucho con el tiempo.

La resistencia á la tensión, con dosificaciones suficientemen-

(1) Véase el número anterior.

te ricas, llega y pasa de 20 kilogramos por centímetro cuadrado. Las pruebas de tracción se efectúan pocas veces, y menos aún las que tienen por objeto determinar el módulo de elasticidad.

En cuanto á la adherencia del mortero á la piedra, varía de 16 á 30 kilogramos por centímetro cuadrado.

Es imposible dar reglas generales respecto á la dosificación más conveniente. Sin embargo, en general es de 300 á 600 kilogramos de cemento, por metro cúbico de arena, y las proporciones del mortero y de la piedra varían entre 0,45 y 0,60.

Los huecos de las piedras ocupan:

33 á 40 por 100 del volumen de la masa para la grava de cantos desiguales;

40 á 44 por 100 del volumen de la masa para la grava de tamaño uniforme;

44 á 50 por 100 del volumen de la masa para la piedra machacada de fragmentos desiguales;

44 á 50 por 100 del volumen de la masa para la piedra machacada uniforme.

El *rendimiento del hormigón* es la relación entre el volumen del hormigón comprimido y endurecido y el de los materiales empleados. Es un dato muy importante desde el punto de vista económico, puesto que sirve para determinar los precios y calcular los volúmenes necesarios de los materiales constituyentes.

Damos aquí el cuadro formado por Mahiels relativo á los rendimientos aproximados de diversos hormigones:

Dosificación del mortero.....	Dos volúmenes de mortero mezclados con	UN METRO CÚBICO DE PIEDRA			
		GRAVA		PIEDRA MACHACADA	
		tamaño desigual.	tamaño uniforme.	tamaño desigual.	tamaño uniforme.
2 : 3	3 volúmenes de piedra.....	1,35	1,32	1,25	1,20
2 : 4	4 idem id.....	1,22	1,16	1,10	1,08
2 : 5	5 idem id.....	1,08	1,04	1,00	1,00

En todos los casos conviene que queden llenos los huecos que existen entre las piedras, y la grava de cantos desiguales, de 2 á 8 centímetros, se presta bien á ello; se deben evitar las piedras de menos de 2 centímetros que dan por resultado empobrecer el mortero.

La purificación del agua potable.

Recientemente leyó el Dr. Frankland, en la reunión celebrada por la Asociación británica en Southampton, una nueva memoria acerca del examen químico y bacteriológico del agua; aunque no contiene novedades importantes, da idea del estado actual de esta interesante cuestión y es digna de fijar la atención de los ingenieros que se ocupan en los problemas de abastecimiento de aguas por la gran competencia y autoridad del autor de ese estudio.

Indica, en primer lugar, que el análisis químico puede revelar la existencia de sustancias nocivas, pero que el resultado negativo de este análisis no es, en modo alguno, una prueba de la pureza del agua, porque el examen bacteriológico puede demostrar que no es conveniente para la bebida.

Hay muchas aguas que, hallándose indudablemente contaminadas por el contacto con las aguas sucias de las alcantarillas, lo están, sin embargo, tan ligeramente, que el análisis químico no revela peligro alguno. Estas aguas no se deben rechazar en absoluto, pues se pueden convertir en propias para los usos domésticos, por procedimientos sencillos de purificación, tales como la filtración por arena ó la permanencia en grandes depósitos.

Para demostrar la eficacia de la filtración para despojar al agua de bacterias, el Dr. Frankland cita el término medio del número de bacterias del agua del Támesis, antes y después de la filtración, y hace observar que la reducción no ha sido nunca inferior á 96 por 100, siendo la media casi todos los meses de 99 por 100. En el mes de Enero, el término medio de bacterias, en un centímetro cúbico, era de 92.000 antes de la filtración y quedaba reducido después á 129. Resultados análogos se han obtenido en los meses restantes.

El mejor método para averiguar si la filtración se efectúa convenientemente es el examen bacteriológico no interrumpido.

Un filtro de arena nuevo es relativamente ineficaz; no se debe usar el agua filtrada hasta que el examen bacteriológico demuestre que la arena ha adquirido la propiedad de retener los microorganismos, y lo mismo se debe hacer cada vez que se proceda á la limpia de las capas filtrantes.

Del mismo modo que en la filtración artificial, el examen bacteriológico da á conocer si la purificación debida á la filtración natural es suficiente ó no. La pureza del agua de los pozos profundos depende del grado de filtración que ha sufrido al cruzar las capas porosas del terreno atravesado, y cuando esta filtración es perfecta, el agua se encuentra desprovista casi por completo de bacterias, como se ha observado en muchos pozos bien dispuestos.

Una condición indispensable para la buena filtración, y que no siempre se ha tenido en cuenta, es la necesidad de que el gasto sea constante. Los cambios bruscos del gasto son muy perjudiciales y se deben evitar con gran cuidado, prohibiendo todo intento de aumentarlo. Los filtros deben funcionar con independencia de las variaciones del consumo, para lo cual se deben disponer depósitos de suficiente capacidad; de este modo los filtros pueden funcionar de un modo regular y con gasto constante durante los períodos comprendidos entre dos limpiezas consecutivas.

No parece dudoso que la filtración constituya un medio eficaz para purificar las aguas y hacerlas propias para el abastecimiento de las poblaciones, y los medios propuestos por el doctor Frankland se reducen á comprobar los resultados obtenidos por este procedimiento.

La lámpara de incandescencia Rehrst.

Muchos inventores tratan de mejorar el rendimiento de las lámparas de incandescencia, y uno de ellos, el profesor señor Rehrst, indica el camino que se debe seguir para conseguirlo. Ha observado que la cal y la magnesia, cuyas propiedades emisivas son muy conocidas, pues se han utilizado para producir la luz Drummont, son bastante conductoras de la electricidad, á condición de que sean llevadas previamente á una temperatura suficientemente elevada. Basta tomar una barra hueca de magnesia, someterla á una diferencia de potencial igual á la de las distribuciones ordinarias de electricidad y *cebarla* luego, calen-