

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

MORTEROS DE CEMENTO Y CAL APAGADA ⁽¹⁾

Desde hace tiempo se ha comprobado que la adición de cemento á los morteros de cal aumenta la resistencia de éstos, circunstancia que es de gran utilidad cuando las fábricas tienen muchos huecos ó ha de empezar á trabajar poco después de construída. Para este objeto se han empleado indistintamente el cemento natural y el Portland.

Experimentos realizados durante estos últimos años demuestran el excelente resultado que se obtiene cuando á los morteros de cal en pasta se les agrega cemento. La dificultad más importante que se presenta consiste en que la pasta de cal es un material que se mezcla difícilmente con la arena y el cemento: además, la cal ha de estar perfectamente apagada, porque de lo contrario destruirá los morteros al hidratarse en obra.

Actualmente se fabrican hidratos de cal que no son otra cosa que cal apagada en polvo, con suficiente cantidad de agua para que todas las partículas del óxido de calcio se hidraten; dichos hidratos tienen la misma composición química que la cal apagada ordinaria; la única diferencia que existe entre ésta y aquéllos consiste en la cantidad de agua que contienen. Para dar plasticidad al hidrato de cal, basta agregarle un exceso de agua, en la misma forma que se hace con los cementos. Las fábricas que preparan el hidrato de cal siguen, para obtener éste, un procedimiento completamente análogo al que se emplea ordinariamente para producir cal apagada en polvo; el producto que entregan al comercio ha estado antes almacenado, durante un tiempo más ó menos largo, en silos de condiciones convenientes.

Algunos Ingenieros y Arquitectos creen equivocadamente que el hidrato de cal es cal apagada por la acción del aire; uno y otro material son completamente distintos, tanto por su composición como por sus propiedades más características. La cal apagada al aire libre lo ha sido por efecto del vapor de agua y del anhídrido carbónico de la atmósfera, razón por la cual contiene gran cantidad de cal libre, siendo

su composición muy variable. El hidrato de cal, por el contrario, es un producto completamente homogéneo y que carece de cal libre; se entrega al comercio en estado de polvo seco envasado en sacos, como los cementos, circunstancias que facilitan su aplicación á la confección de morteros de cal ó de cal y cemento.

Los morteros de cemento son, por regla general, compactos, y adquieren una gran resistencia en poco tiempo. La adición de una sustancia que disminuya algo su compacidad se ha reconocido siempre como cosa ventajosa, resultado que puede conseguirse con el hidrato de cal, el cual, además, aumenta bastante el volumen de los morteros. Los experimentos que se van á describir han tenido por objeto la determinación de la cantidad de hidrato de cal que se puede agregar á un mortero de cemento sin perjudicar á sus condiciones esenciales.

En los experimentos se empleó un cemento Portland marca Nazareth, un hidrato de cal marca Limoid, procedente de una caliza dolomítica, preparado por Charles Warner Company, y una arena normal de la que se usa en los ensayos de cementos.

Las probetas se conservaron en el aire, humedeciéndolas cada ocho días, rompiéndose una serie de cinco cada fecha, En el Cuadro I se consignan los resultados obtenidos.

CUADRO I

RESISTENCIAS Á LA TRACCIÓN DE MORTEROS CONSERVADOS EN EL AIRE
KILOGRAMOS POR CENTÍMETRO CUADRADO

Morteros de 1 × 3.

	Tanto por ciento de cemento constituido por el hidrato de cal.							
	0	5	10	15	20	25	30	100
7 días.....	14,7	14,3	14,4	14,7	9,4	7,8	9,8	0,7
28 idem.....	18,7	18,0	17,9	17,1	14,2	12,0	15,8	3,1
3 meses....	20,1	20,3	20,7	20,8	13,8	8,2	12,4	3,9
6 idem.....	26,9	21,9	21,4	19,7	16,0	14,8	15,4	3,7
9 idem.....	40,6	33,3	31,0	35,1	31,0	27,9	24,5	9,6
12 idem....	44,3	32,0	36,1	45,2	33,9	31,2	23,0	11,8

(1) Nota presentada por E. W. Lazell, Ingeniero químico en el Congreso celebrado por la Asociación americana de Ensayo de materiales durante la última decena de Junio de 1908 en Atlantic, Nueva Jersey.

Morteros de 1 x 5.

	Tanto por ciento de cemento sustituido por el hidrato de cal.							
	0	5	10	15	20	25	30	100
7 días.....	6,7	3,7	5,5	4,4	5,1	5,2	5,0	0,0
28 idem.....	5,6	3,4	4,7	5,4	6,7	13,4	7,9	1,3
3 meses....	6,3	4,6	7,6	6,2	8,1	10,6	10,2	1,9
6 idem.....	8,4	4,0	4,7	5,2	10,4	15,0	10,7	2,1
9 idem.....	19,4	17,2	22,8	24,2	26,1	24,7	24,3	7,6
12 idem.....	21,9	16,7	23,5	23,3	20,7	24,5	24,3	10,7

Del examen del Cuadro anterior se deduce que cuando se sustituye un 15 por 100 del cemento por el hidrato de cal, los morteros de 1 x 3 y de 1 x 5 conservan la misma resistencia que los que no tienen cal, así como que cuando aquella dosis es del 25 y aun del 30 por 100 los morteros resultantes son muy resistentes. Por lo tanto, se podrán emplear morteros de cemento con un 25 por 100 de hidrato de cal con bastante plasticidad, los cuales adquieren en muy poco tiempo una resistencia superior á la que poseen los morteros ordinarios de cal grasa. Los morteros de cemento no desmerecen mucho por la adición del hidrato de cal y en cambio ganan plasticidad, circunstancia que facilita y mejora la mano de obra de las fábricas, especialmente de las de ladrillo.

También se hicieron ensayos con morteros de 1 x 3 sumergidos en agua, cuyas probetas permanecían previamente durante tres días en el aire. En el Cuadro II se consig- nan los resultados obtenidos.

CUADRO II

RESISTENCIAS Á LA TRACCIÓN DE MORTEROS CONSERVADOS EN EL AGUA KILOGRAMOS POR CENTÍMETRO CUADRADO

Morteros de 1 x 3.

	Tanto por ciento de cemento sustituido por el hidrato de cal.						
	0	5	10	15	20	25	30
7 días.....	14,4	11,0	13,2	16,9	16,5	12,3	12,3
28 días.....	19,6	21,9	25,6	18,6	19,0	18,3	19,0
3 meses.....	31,0	27,3	29,5	26,0	26,4	22,1	19,7
6 meses.....	25,2	22,6	24,0	19,3	18,3	14,4	17,9
9 meses.....	27,4	21,0	21,7	19,7	19,0	17,6	16,2
12 meses.....	29,9	23,6	21,9	22,5	21,1	18,3	16,1

Dichos resultados demuestran que es posible emplear morteros de cemento con grandes dosis de hidrato de cal, aunque hayan de estar sumergidos en el agua; como la cal apagada es una sustancia coloidal, favorece la impermea- bilidad de los morteros, contribuyendo á disminuir el volu- men de los huecos.

Para estudiar la permeabilidad de los morteros de ce- mento y cal se confeccionaron probetas cilíndricas de 76 mi- límetros de diámetro por 25 milímetros de altura, las cuales

se colocaban en un aparato dispuesto de tal manera que aquéllas recibiesen el agua por una de sus caras á través de un orificio de 50 milímetros de diámetro, con una presión de dos atmósferas durante una hora. Las probetas de veintiocho días estuvieron sumergidas hasta el momento del ensayo; las de seis semanas se sacaron del agua tres días antes del ensayo y se secaron perfectamente. Los resultados de los en- sayos se consignan en el Cuadro III.

CUADRO III

ENSAYOS DE PERMEABILIDAD DE MORTEROS

Composición de los morteros.	Tanto por ciento de cemento sustituido por el hidrato de cal.	Edad de las probetas.	Cantidad de agua que ha pasado. — cm ³
1 x 3	0	7 días.	10
»	5	»	5
»	10	»	2
»	15	»	0,5
»	0	28 días.	0
»	5	»	0
»	10	»	0
»	15	»	0
»	20	»	0
1 x 5	0	»	3.000
»	5	»	5
»	10	»	2,5
»	15	»	0
»	0	6 semanas.	1.090
»	5	»	3
»	10	»	0
»	15	»	0
»	20	»	0

Se observa que por pequeña que sea la cantidad de hi- drato de cal agregado á los morteros, la permeabilidad de éstos disminuye notablemente.

Los ensayos de que se ha dado un resumen parecen in- dicar que el hidrato de cal es un material que agregado á los morteros de cemento les da plasticidad, permite aumen- tar su dosis de arena, sin que por esto su resistencia dismi- nuya sensiblemente; el mortero de 1 x 5 con una cantidad de hidrato de cal equivalente al 35 por 100 de la de cemen- to, tienen resistencia suficiente para las aplicaciones co- rrientes y prácticamente son impermeables; la resistencia es mayor cuando están al aire que cuando sumergidas, porque en aquel caso el hidrato de cal se carbonata.

Es, por lo tanto, muy conveniente que, tanto los Arqui- tectos é Ingenieros como los constructores, presten la debida atención á los morteros de cemento y cal apagada.—a.

LAS SEÑALES MARÍTIMAS

EN LA EXPOSICIÓN ANEJA AL XI CONGRESO INTERNACIONAL DE NAVEGACION

CELEBRADO EN SAN PETERSBURGO

(CONCLUSIÓN)

La válvula puede también funcionar por la acción de la luz artificial, por cuya causa se establece sobre la cúpula de la linterna, en su remate, para evitar tenga en aquel apa- rato influencia la luz propia del faro, sobre la que la misma válvula acciona.

Este aparato se intercala en la tubería que pone en co-