

precisión; los datos que nos han proporcionado se refieren á los años 1893, 94 y 95, y dan, respectivamente, 316.289, 378.148 y 360.951 toneladas, lo que representa en números redondos 1.000 toneladas diarias.

(Se continuará.)

ENRIQUE SANCHIS TARAZONA.

NUEVAS INVESTIGACIONES SOBRE LOS MORTEROS HIDRÁULICOS (1)

A continuación insertamos el extracto del trabajo de Mr. Feret, tantas veces mencionado.

«ESTUDIO SOBRE LA CONSTITUCIÓN ÍNTIMA DE LOS MORTEROS HIDRÁULICOS

I

EXPERIMENTOS

Antes de exponer, como nos proponemos hacerlo en este artículo, las principales conclusiones de nuestras investigaciones sobre los morteros hidráulicos, describiremos un experimento que nos dará á conocer no el punto

(1) Véase el número 1.198.

de partida de las conclusiones que formulemos á continuación, pues cada una se basa en un conjunto de observaciones más ó menos numerosas, sino ejemplos que apoyen la mayor parte de ellas.

Con proporciones variadas de un mismo cemento Portland y varias arenas naturales ó artificiales se han amasado y moldeado bajo diversas formas morteros, la mayor parte de consistencia plástica, de los que se ha determinado la composición volumétrica elemental, como se explicará más adelante. Se los ha sumergido en agua dulce después de exponerlos cuarenta y ocho horas al aire húmedo y se ensayó cada uno á la rotura, sometiéndolos á diversos géneros de esfuerzos, cinco meses después de la fecha de su fabricación.

Visto el gran número de pruebas hechas y, por consiguiente, la mucha duración de las manipulaciones (cerca de cinco semanas), se tuvo cuidado de conservar la provisión de cemento en un recipiente muy bien cerrado, á fin de que, durante este tiempo, se modificara el producto lo menos posible. Por otra parte, para repartir igualmente en todos los ensayos la influencia de la alteración que, sin embargo, hubiera podido sufrir, se hizo en varias veces cada una de las series de la misma forma y de la misma composición, escalonadas en toda la duración de los amasados, de modo que cada una de las resistencias medias obtenidas resultase de pruebas hechas con el cemento en sus diferentes épocas, siendo rigurosamente idénticas todas las demás condiciones.

Las arenas que se emplearon se definen en el siguiente cuadro A:

CUADRO A

PROCEDENCIA	NATURALEZA	FORMA DE LOS GRANOS	COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA			Peso supuesto al metro cúbico (4). — Kilogramos.	Precio supues- to al metro cúbico. — Francos
			5 - 2	2 - 0'5	Paso, 0'5		
Arena de Gattermarre, cerca de Cherbourg.....	Granítica.....	Gruesos y redondos.....	0'73	0'25	0'02	16'70	8
Arena de Saint-Malo.....	Con coqueras...	Diversa.....	0'17	0'70	0'13	15'05	4
Arena de duna.....	Muy silícea....	Finos y redondos.	0'00	0'01	0'99	14'60	1
M'. { Cuarcita molida, tamizada y mezclada en partes iguales.....	Cuarzo	Angulosa.....	1/3	1/3	1/3	»	»

N'.—Cuarcita molida, que pase por el tamiz de 64 mallas, y no por el de 144 mallas por centímetro cuadrado.

(4) En realidad, estos pesos se obtuvieron vertiendo con un instrumento sin compresión especial arena seca en una caja cuadrada de 30 litros y de 0'20 metros de altura.

Las columnas 2 á 4 del cuadro B indican las composiciones adoptadas.

Con las cuatro primeras arenas las proporciones de agua se determinaron por tanteos primitivos, de manera que tuviesen los morteros una buena consistencia plástica que los permitiese introducir en los moldes sin compresión especial.

Por el contrario, el mortero núm. 34, de arena N', que no es otra cosa que el mortero normal del cuaderno de las cargas de Boulogne, ha sido amasado en seco y batido fuertemente en los moldes con espátula.

Por último, el núm. 35 es la pasta normal de cemento amasado sin adición de arena.

Los precios del metro cúbico de mortero, dados en la

columna 6, fueron deducidos de los pesos del metro cúbico de mortero reciente (columna 5), admitiendo para las arenas los precios y los pesos del metro cúbico dados por el cuadro A; para el cemento el precio de 50 francos por tonelada, y para la mano de obra el precio constante de 3 francos por metro cúbico de mortero, cualquiera que fuese la composición.

Con cada uno de los morteros, se hicieron:

5 cubos con caras de 50 centímetros cuadrados.

25 moldes en forma de 8 (tipo normal), de sección mínima de 5 centímetros cuadrados.

15 prismas cuadrados de 4 × 4 × 16 centímetros.

15 prismas cuadrados de 2 × 2 × 13 centímetros.

Los cubos de 50 centímetros cuadrados se rompieron

CUADRO B

Número de orden del mortero.	Naturaleza de la arena.	Composición del mortero en peso.		Pasos del litro del mortero recién hecho . . .	Precio de un metro cúbico de mortero.	Composición volumétrica elemental.				Compacidad. (C + S)	$\frac{E}{E+V}$	$\left(\frac{C}{1-S}\right)^2$	Resistencia después de cinco meses de inmersión en el agua dulce.									Resistencias medias.		
		Composición del mortero en peso.											Flexión.			Tracción.		Compresión.			Estiramiento cortante C_{cortante}	Flexión $T_{\text{flexión}}$ y $T_{\text{tracción}}$	Compresión $P_{\text{compresión}}$	
		Cemento por 1,000 grms. de mezcla en seco (cemento + arena)	Arena por 100 grms. de mezcla			C	S	E	V				F_{16}	F_4	T_{16}	T_5	P_{30}	P_{16}	P_4					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
		gr.	gr.	gr.	fr.								kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.		
1	Arena de Gattermarre.	51	62,5	1955	16,04	0,030	0,670	0,115	0,185	0,700	0,100	0,0083	9,4	9,4	»	4,6	15	24	11	12	4,8	17		
2		92	70	2032	19,98	0,055	0,663	0,132	0,150	0,718	0,195	0,0266	20,2	18,0	4,1	10,7	59	69	56	40	10,3	61		
3		126	76	2099	23,44	0,078	0,655	0,148	0,119	0,733	0,292	0,0511	29,4	26,0	9,1	15,5	94	119	111	75	15,0	108		
4		160	81,5	2167	27,13	0,102	0,648	0,163	0,097	0,750	0,409	0,0841	35,8	32,4	10,1	18,3	145	184	166	101	18,2	165		
5		196	88	2224	30,88	0,127	0,631	0,180	0,062	0,758	0,526	0,1190	42,0	39,9	14,5	22,9	200	259	242	141	22,1	234		
6		237	95	2262	35,01	0,155	0,606	0,196	0,044	0,760	0,646	0,1537	48,7	48,3	17,2	26,1	264	317	299	180	25,8	293		
7		287	104,5	2260	39,43	0,186	0,559	0,214	0,041	0,745	0,730	0,1772	56,5	56,7	19,5	28,6	330	382	387	196	29,6	366		
8		355	115	2249	44,96	0,226	0,499	0,234	0,041	0,725	0,820	0,2034	65,7	66,0	21,0	31,7	402	413	444	252	33,8	420		
9		449	123	2227	52,44	0,280	0,415	0,262	0,043	0,695	0,919	0,2304	72,9	74,5	25,0	35,3	450	457	(500)	276	37,7	469		
10		602	163	2191	63,35	0,359	0,287	0,306	0,048	0,646	1,015	0,2530	75,5	78,8	27,8	37,4	496	441	> 500	256	39,6	> 479		
11	Arena de Saint-Malo.	72	90	1845	13,27	0,039	0,592	0,152	0,217	0,631	0,106	0,0092	9,9	11,1	»	6,0	19	25	22	18	5,7	22		
12		125	96,5	1951	18,29	0,070	0,587	0,171	0,172	0,657	0,204	0,0289	23,2	24,0	3,8	13,5	68	68	66	47	12,8	67		
13		167	101,5	2019	22,31	0,097	0,576	0,186	0,111	0,673	0,296	0,0524	31,7	30,8	9,9	17,5	97	115	105	73	16,9	106		
14		196	105	2067	25,34	0,116	0,569	0,196	0,119	0,685	0,369	0,0724	36,3	37,0	10,7	19,8	125	149	146	95	19,5	140		
15		241	111	2148	30,14	0,148	0,555	0,215	0,082	0,703	0,500	0,1109	43,0	40,2	14,9	23,4	173	202	198	127	22,5	191		
16		283	117,5	2162	34,02	0,173	0,525	0,227	0,075	0,698	0,573	0,1325	48,8	48,1	15,6	26,3	220	250	253	158	25,9	241		
17		333	125	2179	38,68	0,204	0,486	0,242	0,068	0,690	0,660	0,1576	57,7	54,0	17,3	28,5	282	312	329	186	29,2	308		
18		412	138	2195	45,81	0,252	0,428	0,265	0,055	0,680	0,782	0,1945	69,9	67,0	22,9	32,2	368	376	413	193	36,6	382		
19		513	157	2170	54,14	0,309	0,340	0,294	0,057	0,649	0,880	0,2190	75,8	75,0	21,6	34,4	410	416	461	252	38,0	429		
20		648	180	2153	63,95	0,376	0,241	0,329	0,054	0,617	0,982	0,2460	83,3	84,7	26,6	38,2	464	458	496	249	42,3	473		
21	Arena de duna.	75	167	1885	10,07	0,038	0,564	0,269	0,129	0,602	0,095	0,0076	8,0	9,9	»	4,6	11	14	9	11	4,7	11		
22		148	168,5	1916	16,11	0,077	0,528	0,276	0,119	0,605	0,196	0,0269	17,4	16,7	4,2	8,6	42	39	34	26	8,9	38		
23		225	170	1935	22,48	0,118	0,485	0,281	0,116	0,603	0,298	0,0529	28,7	24,2	8,4	14,6	76	91	93	54	15,1	87		
24		299	172	1968	28,86	0,159	0,444	0,289	0,108	0,603	0,402	0,0818	40,5	40,5	13,8	20,8	126	134	149	99	21,2	136		
25		363	175	1997	31,49	0,195	0,409	0,298	0,098	0,604	0,492	0,1082	49,4	48,7	16,4	24,9	167	209	223	150	25,6	200		
26		429	179	2024	40,52	0,234	0,370	0,307	0,089	0,604	0,590	0,1376	57,2	58,2	16,4	30,9	214	251	288	181	30,6	261		
27		500	183,5	2051	46,96	0,274	0,331	0,318	0,077	0,605	0,695	0,1681	68,9	67,7	21,2	35,3	234	310	410	193	35,9	351		
28		573	190	2082	53,56	0,320	0,282	0,333	0,065	0,602	0,802	0,1998	77,1	78,9	26,2	38,6	404	383	427	216	40,4	405		
29		659	197	2073	60,41	0,361	0,223	0,341	0,075	0,584	0,869	0,2171	84,9	90,2	26,1	43,8	466	420	485	251	45,5	457		
30		771	208	2103	70,38	0,426	0,151	0,361	0,062	0,577	1,010	0,2530	89,8	96,5	28,2	47,2	520	480	> 500	(290)	48,6	> 500		
31	M'	167	123	2165	»	0,102	0,607	0,237	0,054	0,709	0,351	0,0676	43,1	43,8	16,8	23,2	149	165	181	121	23,1	165		
32		250	136	2160	»	0,150	0,539	0,259	0,052	0,689	0,483	0,1056	59,2	56,8	21,4	33,4	256	272	317	218	31,7	282		
33		333	148	2162	»	0,199	0,474	0,278	0,049	0,673	0,610	0,1429	69,6	69,0	23,6	36,1	326	342	316	216	35,5	338		
34	N'	250	91	2147	»	0,156	0,557	0,179	0,108	0,713	0,543	0,1246	60,6	»	20,6	32,0	253	258	»	»	32,1	256		
35	N'	1000	245	2107	»	0,534	»	0,414	0,052	0,534	1,140	0,2851	89,7	106,1	27,1	43,9	613	517	> 500	259	49,1	565		
Número de ensayo de que cada resistencia es la media.....													15	15	15	25	5	15	30	30				
Media de las diferencias por 100.....													6,8	7,9	15,3	7,8	6,0	7,6	11,4	14,8				

con la máquina de palancas *Schickert*. Las resistencias correspondientes, reducidas al centímetro cuadrado, se designan por P_{30} y están dadas en la columna 18 del cuadro B.

Los moldes de 5 centímetros cuadrados se ensayaron por tracción por medio de la máquina ordinaria de palancas del tipo *Michaëlis*. Las resistencias halladas por centímetro cuadrado de la sección mínima se designan por T_5 (columna 17.)

Los gruesos prismas, colocados sobre dos cuchillos no cortantes a la distancia de 10 centímetros, se cargaron en su mitad hasta la rotura, por medio de otro cuchillo igual a los anteriores. Se utilizó el aparato *Michaëlis*, especialmente modificado para este ensayo. Los esfuerzos totales bajo los que se produjo la rotura, multiplicados por $\frac{3}{2} \frac{l}{bh^2}$, ó sea en el caso presente $\frac{3}{2} \times \frac{10}{4 \times 16}$, ó bien $\frac{15}{64}$, dan las tensiones por centímetro cuadrado que teóricamente debían soportar las fibras extremas en el momento de la rotura. Estos productos, designados por F_{16} , se indican en la columna 14.

Una de las mitades de cada uno de los prismas ensayados se colocó en cruz entre dos placas de acero de 4 centímetros de ancho y se ensayó por compresión por medio de la máquina *Schickert*. La carga de rotura, dividida por 16 para reducirla a un centímetro cuadrado de superficie comprimida, se designa por P_{16} y se inserta en la columna 19.

El otro semi-prisma ha sido cogido en sus dos extremidades por pinzas especiales dispuestas de modo que se adhieran a sus cuatro caras, y ensayado por tracción con auxilio de una máquina que había servido otras veces para la rotura de los moldes de sección mínima de 16 centímetros cuadrados. En este ensayo las resistencias de las diversas pruebas de un mismo mortero han presentado, en general, diferencias más marcadas que en los otros. Además, se ha observado con frecuencia que la rotura se produce en la parte del prisma sujeta más fuertemente por una u otra de las pinzas. Las cargas de rotura, divididas por 16, se designan por T_{16} (columna 16 del cuadro).

Los prismas pequeños se ensayaron por flexión, de la misma manera que los grandes. Las cargas de rotura,

multiplicadas por $\frac{3}{2} \times \frac{10}{2 \times 4}$, ó sea por $\frac{15}{8}$, se designan por F_4 (columna 15).

Una de sus mitades se cortó en dos porciones de poco más de 2 centímetros de longitud, siendo colocada cada una en cruz entre dos placas metálicas de 2 centímetros de ancho y ensayada por compresión. El esfuerzo de rotura, dividido por 4, se designa por P_4 y se incluye en la columna 20.

Por último, con la otra mitad se hicieron dos ensayos de esfuerzo cortante con una disposición que realizaba las condiciones de la figura esquemática adjunta (fig. 1.), y la carga total de rotura C_4 está dada en la columna 21 del cuadro B.

FECHAS DE LOS ENSAYOS (1893)	5 Febrero.	8 Febrero	17 Febrero	24 Febrero.	2 Marzo.	Media.
Resistencias por centímetro cuadrado.	156 146 146	161 153 156	153 161 155	133 120 144	153 147 148	149
Diferencias con la media.	7 3 3	12 4 7	4 12 6	16 29 5	4 2 1	7,7

El número 7,7, media de las diferencias entre las resistencias de las quince pruebas y su media 149, corresponde á 5,2 por 100 de esta última media. El número 7,6 que figura en la parte inferior de la columna de los valores de P_{10} es la media de las medias, tales como 5,2, calculadas para los 35 morteros.

Se nota que, prescindiendo del ensayo T_{10} , hecho en condiciones desventajosas, las diferencias obtenidas para un mismo género de esfuerzos fueron más pequeñas á medida que se operó con pruebas de mayores dimensiones.

(Se continuará.)

FERNANDO G. ARENAL.

OCIOS DE VIAJE

La solución al problema propuesto en el número 1.198 de la REVISTA es la siguiente:

El último tren del día, como otro cualquiera, tardará pt horas en recorrer la línea; deducidas de las T de servicio quedan para la expedición $T - pt$, durante las cuales, á intervalos de $2t$, han de enviarse los trenes, puesto que para recorrer una sección, entre ida y vuelta, se requiere un tiempo $2t$.

Según esto el número de intervalos será de $\frac{T - pt}{2t}$, y como el de trenes le es superior en una unidad se tendrá, para el número de los enviados en ambos sentidos,

$$n = 2 \left\{ \frac{T - pt}{2t} + 1 \right\} \quad (1)$$

La fórmula (1) es exacta cuando p es par, y entonces dos trenes correspondientes, que van en opuestas direcciones, salen á la misma hora de los extremos de la línea para cruzarse en el centro; pero si p es impar hay que detener t horas las salidas de los trenes ascendentes, respecto de las fijadas para los contrarios, con objeto de que los cruza-mientos puedan efectuarse en la estación anterior al medio del camino. Con esta modificación resulta ser:

$$n = 2 \left\{ \frac{T - (p + 1)t}{2t} + 1 \right\} \quad (2)$$

Las resistencias P_4 y C_4 se determinaron con un dinamómetro de resorte cuya sensibilidad dejaba bastante que desear.

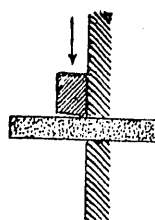


Fig. 1.

Los números que para cada una de estas ocho series de ensayos figuran en la parte inferior de las columnas bajo el título *Media* de las diferencias por 100, se han obtenido como sigue:

Sea, por ejemplo, el mortero núm. 14, dosificado en peso á razón de 196 partes de cemento, 804 partes de arena de Saint-Malo y 105 de agua. En el ensayo de compresión de los semi-prismas de 4×4 , las quince pruebas de este mortero han dado los resultados siguientes:

Si ahora se pone: $l = l : v$, $p = L : l$, siendo l , L , y v la longitud entre dos estaciones consecutivas, la total de la línea y la velocidad de la marcha, serán transformadas las fórmulas (1) y (2) en las siguientes:

$$n = 2 \left\{ \frac{Tv - L}{2l} + 1 \right\} \quad n = 2 \left\{ \frac{Tv - (L + l)}{2l} + 1 \right\}$$

que se prestan mejor á la discusión cuando en ellas se hace variar sucesivamente cada una de las cantidades que encierran.

Por ejemplo, si l decrece, n aumentará; será infinito cuando l se anule; y, en efecto, la vía única con el supuesto indicado, se convierte en una doble vía que no ofrece dificultad para la circulación simultánea, en ambos sentidos, de dos trenes continuos.

También se deducen, desde luego, estas dos interesantes conclusiones:

1.ª Una línea dividida en un número par de trozos tiene la misma potencia de transporte que otra más corta que contenga una sección menos.

2.ª Es preferible, para conseguir el máximo aprovechamiento de la línea, aumentar el número de estaciones á prolongar el tiempo de servicio ó acelerar la velocidad de la marcha.

Cuando T es indefinido, los dos sumandos pt y l son despreciables; ambas expresiones se reducen á $n = \frac{Tv}{l} = \frac{T}{t}$, resultado evidente, que corresponde al servicio no interrumpido.

M. CARDERERA.

REVISTA EXTRANJERA

Régimen de las distribuciones eléctricas en Europa.

M. Lauriol, Ingeniero del servicio del alumbrado de la ciudad de París, ha realizado recientemente un viaje para estudiar el régimen administrativo y técnico de este servicio en las principales poblaciones de Europa, con motivo de hallarse próximo el término del plazo de la concesión de las Compañías de gas y de electricidad en la capital de Francia.

Del interesante informe que ha emitido como resumen de sus estudios, extractamos los datos que siguen.