

ellas y con iguales proporciones de cemento por metro cúbico se obtienen morteros más ricos.

Es de tal importancia la composición granulométrica de las arenas, que morteros con buena mezcla y 300 k de cemento por m.<sup>3</sup>, ofrecen cerca de tres veces más resistencia que otros morteros hechos con arenas finas, aunque limpias y 600 k de cemento.

Se obtienen los morteros más compactos, y por ende más resistentes, con granos redondeados, á igualdad de composición granulométrica.

No influye de manera muy sensible en la resistencia de los morteros, las condiciones químicas de las arenas, siendo casi indiferente que sean calizas ó silíceas. Sin embargo, suelen aumentarse las resistencias empleando granos de ladrillos, tejas y algunas escorias de alto horno.

No convienen las arenas blandas, ni porosas. En cuanto á los restos de conchas, sólo son perjudiciales cuando contienen huecos y cavidades en los que pudiera quedar aire ó agua libre, porque se reduciría así la compacidad del mortero.

Pueden sorprender á muchos, algunas de las conclusiones que acabamos de formular, y no habiendo encontrado en los libros y artículos recientes, explicación clara y satisfactoria, y preocupado en buscarla, creo poder, si no justificar, por lo menos aclarar la cuestión con el siguiente razonamiento:

La riqueza de un mortero y su precio, se determina generalmente por el peso de cemento que ha de llevar un volumen determinado de arena, y así es como se fijan en los pliegos de condiciones la proporción de las mezclas, pues el cemento se vende por peso y en cambio en las obras es más fácil medir la arena por volúmenes.

Pero como estos volúmenes de arena varían muy sensiblemente, con las dimensiones y forma en las medidas, el modo de verter la arena, su grado de humedad (1), tratándose de ensayos de laboratorio, cuyos resultados han de sufrir comparación ó servir de tipo, es preciso operar sobre cantidades precisas. Hay, pues, que pesar la arena.

Ahora bien; una arena de granos redondos tiene más densidad que las arenas poliédricas de aristas vivas, pues que éstas se compenetran con menos facilidad. A su vez las arenas redondas sin cribar, pesan más que las de granos iguales, pues los granos finos van ocupando los huecos de los medios y de los gruesos. Es decir, que de todas las arenas, las redondas, de tamaños mezclados, son las que ofrecen mayor densidad y presentan como consecuencia menos huecos.

Luego, á igualdad de pesos de arena y cemento, el mortero formado por arenas redondas mezcladas tendrá un volumen relativo de cemento mayor, que se traduce en un grueso mayor de la capa de cemento que envuelve á los granos de arena; mayor adherencia, por lo tanto, por ser más rica la proporción de aglomerante, de donde se deduce lógicamente que han de tener estos morteros mayores resistencias en proporción á la densidad de las arenas.

Esta es la única plausible explicación que puede justificar la superioridad de las arenas redondas á las poliédricas, y de las mezclas de varios tamaños de arena sobre las de grueso uniforme.

Los coeficientes obtenidos en los ensayos dependen, pues, según este razonamiento, de la densidad de la arena.

Ahora bien; en la práctica de las obras no se miden las proporciones de arena por pesos, sino por volúmenes, como hemos dicho, y este solo hecho podría permitir una conclusión inversa, según se deduce del siguiente razonamiento que tampoco he visto emitir por ninguno de los Ingenieros que se han ocupado de la cuestión.

Supongamos que las arenas que se emplean están completamente secas.

(1) Para una misma arena fina de duna el peso de un metro cúbico puede variar de 1.149 k. á 1.720 k., y el volumen de los huecos de 57 á 35 por 100 del volumen total.

A igualdad de volúmenes, pesarán menos las arenas poliédricas y después las redondas de grano igual.

Para un peso determinado de cemento y volúmenes iguales de arena (que es como en la práctica se mezclan los morteros), corresponderá, pues, un peso menor de arena cuando sean éstas poliédricas ó de granos redondos iguales.

Y como quiera que con la compresión que sufren los morteros y el apisonado de los hormigones, se procuran obtener mezclas compactas, es decir, sin huecos, resulta de aquí que, para volúmenes iguales de mortero ó hormigón endurecidos, la proporción de cemento deberá ser mayor con las arenas de menor densidad.

Esta conclusión no demuestra, sin embargo, que los morteros así obtenidos sean más resistentes, puesto que hemos visto que la riqueza en cemento no basta para aumentar la resistencia, tanto más, que no es posible obtener en la práctica arenas absolutamente secas.

Pero evidencia una vez más la decisiva influencia que pueden tener las arenas, sus dimensiones, el modo de medirlas, su grado de humedad, etc., en la resistencia de los morteros, y la importancia que á estos estudios deberán dar los Ingenieros.

Yo, por de pronto, me propongo hacer minuciosos ensayos comparativos que me permitan aclarar algunos puntos dudosos y que comunicaré oportunamente á mis compañeros.

Quizá en el extranjero se adelanta á mis trabajos; pero en todo caso colaboraré con mis estudios á la resolución de este interesante problema.

(Se continuará.)

## REVISTA EXTRANJERA

### Ventajas de los automóviles.

Entre las varias ventajas que ofrece el empleo de los automóviles, una de las más importantes es la relativa á las condiciones de salubridad de las grandes poblaciones. En efecto, la mayor parte de las basuras de las calles de los grandes centros de población provienen del empleo de caballerías en la tracción de carruajes. Las caballerías, además, contribuyen á la difusión de las inmundicias, sobre todo en los firmes de piedra machacada; con sus herraduras producen y remueven el polvo que, levantado por el viento, forma una neblina molesta y perjudicial que se observa en los lugares de mucho tránsito de carruajes.

Además de la ventaja para la salud pública y de la economía en la limpieza de las calles, el empleo de los automóviles ocasionará grandes economías en los gastos de conservación de los afirmados, puesto que la mayor parte del desgaste de los pavimentos es debida al choque de las herraduras de las bestias de tiro. Suprimidas éstas y generalizado el empleo de las llantas de caucho ó neumáticas, el desgaste de los afirmados será insignificante y quedarán además suprimidos el ruido y la tropidación tan sensibles en las calles empedradas.

Otra ventaja del automóvil, importante en las calles donde hay gran acumulación de vehiculos, es la de ocupar menor espacio que los coches tirados por caballerías. En éstos, el tiro ocupa un espacio mayor que el ocupado por el carruaje.

Resulta, pues, que en lugar de considerar los automóviles solamente como una cosa de curiosidad mecánica para gente caprichosa y adinerada, se debe tender á facilitar su propagación y empleo en vista de las incontestables ventajas que ofrecen para la salubridad, la economía de conservación y el aumento de capacidad de las calles de las grandes poblaciones.

### Obras públicas municipales en Chicago.

Durante el año 1898 se ha hecho en Chicago el afirmado de 58,21 kilómetros de calles y avenidas. De los cuales, 30,25 kilómetros de entarugado de cedro, 13,72 kilómetros de asfalto, 10,50 kilómetros de piedra partida, 1 kilómetro de adoquinado de granito y 2,79 kilómetros de ladrillo. Cuenta la ciudad actualmente con 6.353 kilómetros de vías públicas, de las cuales 2.000 se encuentran en buen estado de conservación. En 1899 se afirmaron 240 kilómetros de vías nuevas.

En alcantarillado durante el verano de 1898 se han gastado 5.930.000 pesetas.