

casi unánime. No es necesario, sin embargo, un estudio muy largo de las cales y de los cementos para saber que no existen estas pretendidas discordancias de fraguado y de cristalización.

En Alemania y en Austria no hay ingeniero, arquitecto ó contratista que no posea nociones bastante precisas sobre los materiales de construcción, y especialmente sobre las cales y cementos; se sabe apreciar el valor de una argamasa y se comprende el interés que ofrece el empleo de un mortero de gran resistencia. Entre nosotros ¿cuántos arquitectos ó contratistas se encontrarían, aun entre los que han ejecutado las obras más importantes, que tengan ideas exactas sobre los materiales de agregación? ¡Y cuántos obstáculos se encuentran por esa razón para conseguir que se adopten procedimientos nuevos! ¡Cuántas invenciones que aquí no se tomaron en serio han vuelto á nuestro país después de haber sido adoptadas y de haberse desarrollado en el extranjero!

No se puede explicar, sino por la rutina ó por un conocimiento imperfecto de los productos hidráulicos, la preferencia que se ha dado frecuentemente á los morteros de cal en un gran número de obras construidas estos últimos años; un ejemplo reciente, y por desgracia bastante concluyente, ha hecho ver lo que pueden costar estos errores (1).

El valor de ciertas cales hidráulicas, cuya reputación es muy merecida, no puede ser negado, y nadie podrá pretender que se deba emplear siempre el cemento. Pero se considera el cemento como un producto muy caro y que no se debe adoptar sino cuando es imposible evitarlo. Contra este error queremos protestar. Hace unos quince años, el cemento se vendía efectivamente á precios elevados; no siempre se fabricaba con esmero y daba lugar á algunos fracasos; de ahí cierta desconfianza, que persiste aun entre algunos ingenieros que no han seguido los progresos de esta industria (2). Pero el precio de los cementos ha bajado mucho; se puede obtener muy buen cemento de Portland á 30 francos la tonelada sobre vagón en la fábrica; las fábricas se han multiplicado y los procedimientos de fabricación son hoy bastante perfectos para poder tener la seguridad de encontrar en casi todas productos de resultados absolutamente seguros.

Los elementos del precio de los morteros han cambiado mucho, por lo tanto, y en muchos casos, el mortero de cemento no resulta más caro que el de cal; pero permite sobre todo realizar verdaderas economías por la elección de las proporciones, por las modificaciones que se pueden adoptar respecto á las dimensiones de las obras, por los medios de ejecución, etc. Para demostrar una vez más las ventajas de los morteros de cemento, nos ha parecido interesante resumir en pocas líneas los resultados teóricos ó prácticos obtenidos en diversos puntos.

M. Batard, ingeniero de puentes y calzadas en Cette, ha realizado durante varios años consecutivos ensayos de morteros de cal y de cemento con proporciones diversas y arenas diferentes. Hé aquí la conclusión que ha deducido de estos experimentos:

(1) Véase el artículo de M. E. Coignet, *Génie civil*, tomo XXVII, número 19, página 201, sobre las causas de la catástrofe de Bouzey.

(2) Es sensible, por otra parte, que se encuentren en ciertas obras informaciones tan inexactas como esta, por ejemplo: «El de primera calidad se vende á 55 francos la tonelada en la estación de Boulogne. A pesar de las numerosas ventajas que ofrece el empleo de estos cementos, el ingeniero debe, pues, por razón de economía, limitar su aplicación á las partes en que son necesarios... (*Procédés et Matériaux de construction*, por A. Debauxe, edición de 1894)

«El interés que hay en emplear morteros que ofrezcan gran resistencia á la tracción es, evidentemente, general para todas las obras; pero presenta una importancia muy especial para las obras llamadas á trabajar por flexión, y en las cuales, por consiguiente, la resistencia á la tracción entra directamente en juego; las bóvedas, los zampeados de las esclusas ó de los diques secos de carena, los bloques artificiales de revestimiento de diques, etc.

»En este último caso, teniendo en cuenta el precio, á menudo muy elevado, del metro cúbico de hormigón ó de mampostería, parece que no se debería vacilar nunca al elegir la naturaleza y las proporciones de las materias susceptibles de proporcionar el mejor mortero, siendo así que esta elección puede frecuentemente duplicar el valor de las obras á cambio de un gasto suplementario relativamente de poca importancia.

»En Cette, por ejemplo, la cal vale 20 francos la tonelada, el cemento 42 francos; la arena de la playa de Cette cuesta, por metro cúbico, 1,50 francos y la arena de Argelés de 7 á 8 francos; en estas condiciones, la diferencia de precio entre mamposterías ú hormigones ejecutados, por una parte, con mortero de arena de Cette, en proporciones de un metro cúbico de arena y 400 kilogramos de cal, y por otra, con mortero de 1 metro cúbico de arena de Argelés y 500 kilogramos de cemento, es de 7,50 francos para la mampostería y de 11 francos para el hormigón muy rico.

»Mas si se comparan las resistencias de los dos morteros precedentes en diversas épocas, llama la atención la enorme superioridad del mortero de cemento sobre el de cal; al mes, la resistencia del primero es tres ó cuatro veces mayor que la del segundo; más tarde, desde los tres meses hasta cuatro años, es por lo menos doble. No hay, pues, solamente mayor rapidez en el fraguado, lo cual muchas veces es una ventaja, sino también una resistencia final mucho mayor; sin contar con que los morteros de cemento resisten mejor, según parece, á la acción química del agua del mar. (1)»

(Se continuará.)

Amperímetro térmico de mercurio.

Diversas revistas técnicas extranjeras han tratado recientemente del amperímetro térmico de mercurio, debido á M. Charles Camichel. A fin de dar una idea de este aparato, traducimos á continuación la nota presentada por su autor á la Academia de Ciencias de París, en sesión de 5 de Julio próximo pasado.

Los amperímetros y voltímetros térmicos ofrecen grandes ventajas; no son influidos por la proximidad de las máquinas y se aplican muy bien á la medición de las corrientes alternativas. Se utiliza generalmente, en estos aparatos, la dilatación de un alambre, amplificándola por medio de un mecanismo adecuado. Sin embargo, existen aparatos térmicos fundados en la dilatación del aire; la *Reason manufacturing Company*, de Brighton, construye amperímetros térmicos en los cuales una ampolla llena de aire está rodeada de varias vueltas de una banda de platinoide, recorrida por la corriente que se trata de medir; el aire contenido en esta ampolla se dilata y su aumento de pre-

(1) Comisión de las cales y cementos en el Ministerio de Obras públicas. Documentos leídos en la sesión de 17 de Julio de 1890.

sión mide la corriente desconocida. No ha llegado á mi conocimiento que se haya empleado nunca el mercurio para construir amperímetros y voltímetros térmicos. Se han medido, es verdad, las corrientes inducidas en una masa de mercurio por la dilatación de éste; pero estos aparatos, que son verdaderos transformadores en los cuales el secundario es un circuito de mercurio, pertenecen á una categoría de instrumentos totalmente diferentes.

Tengo el honor de presentar á la Academia nuevos amperímetros y voltímetros térmicos.

Mi amperímetro se compone de un termómetro de mercurio, cuyo depósito está colocado en un tubo de vidrio concéntrico, de diámetro ligeramente superior. El pequeño espacio anular comprendido entre el depósito del termómetro y el tubo de vidrio está lleno de mercurio. Se hace pasar por la masa de mercurio la corriente desconocida durante treinta segundos y se lee la elevación de temperatura del termómetro. Al principio, toda la masa de mercurio está á una misma temperatura t_0 . La corriente pasa y calienta sobre todo los puntos situados alrededor del depósito. El calor producido por el paso de la corriente puede dividirse en dos partes: una de ellas se transmite directamente al termómetro, la otra se propaga por conductibilidad y por convección á toda la masa, y por radiación al exterior del aparato.

Si la temperatura inicial t_0 es constante, si el recinto que rodea al aparato se halla igualmente á una temperatura constante en los diversos experimentos, una misma corriente, que circula durante un tiempo determinado por el aparato, dará siempre una misma elevación de temperatura, y el aparato constituirá un verdadero amperímetro patrón.

En la práctica, para la comprobación de los amperímetros y voltímetros empleados en los cuadros de distribución, las precauciones precedentes son inútiles; basta colocar el aparato en un recinto destinado á preservarlo de las corrientes de aire. Se puede observar, en efecto, que la conductibilidad del mercurio no varía muy rápidamente con la temperatura.

Hé aquí algunas cifras relativas á un amperímetro de mercurio, destinado á medir corrientes comprendidas entre 0 y 20 amperes.

La resistencia interior del aparato era próximamente de 0,2 ohms, la elevación máxima de temperatura no excedía de 30 grados.

En estas condiciones, la variación de resistencia del mercurio es ciertamente inferior á $\frac{1}{100}$ de ohm; basta, pues, colocar el amperímetro en un circuito que tenga una resistencia total de 4 ó 5 ohms por lo menos, para que no haya que tener en cuenta esta variación.

Las curvas de graduación del aparato son muy regulares. El aparato indica siempre la misma elevación de temperatura para la misma corriente. Hé aquí determinaciones hechas con intervalos de varias semanas:

Elevación de la temperatura en 30 segundos.....	$\left\{ \begin{array}{l} 39^{\circ},6-19^{\circ},9=19^{\circ},7; 40^{\circ},5-20^{\circ},85=19^{\circ},65; \\ 35^{\circ},02-15^{\circ},03=19^{\circ},72 \end{array} \right.$
Intensidad de la corriente en amperes	
Elevación de la temperatura en 30 segundos.....	$\left\{ \begin{array}{l} 48^{\circ},4-28^{\circ},7=19^{\circ},7. \end{array} \right.$
Intensidad de la corriente en amperes	

Los números que preceden prueban que la temperatura ambiente no ejerce influencia apreciable sobre las indicaciones del aparato, cuando varía de 15 á 28 grados.

El aparato se presta muy bien á la medición de las corrientes alternativas; ha sido comparado con un electro-dinamómetro Siemens, y las indicaciones de los dos instrumentos están conformes con un error menor que $\frac{1}{80}$, siendo las diferencias unas veces positivas y otras negativas.

Expondré en otro lugar con más extensión los experimentos realizados con mi amperímetro.

En otra comunicación describiré el voltímetro de mercurio; me limito aquí á exponer el principio; una columna de mercurio de gran resistencia es recorrida por la corriente derivada entre los puntos cuya diferencia de potencial se quiere medir, y ella misma mide su dilatación (1).

El alumbrado eléctrico de la avenida de Tervueren, en la Exposición de Bruselas.

La Exposición de Bruselas comprende dos grupos de edificaciones, separados entre sí por una distancia de 11 kilómetros. Uno de ellos está situado en la misma ciudad de Bruselas y el otro en Tervueren, de modo que, para facilitar todo lo posible las comunicaciones, ha sido preciso enlazarlos por medio de una amplia avenida de 60 metros de ancho, que comprende: un tranvía eléctrico, una zona afirmada para carros y coches, una pista para los ciclistas, y otras dos fajas para los ginetes y peatone

El alumbrado eléctrico de esta avenida ha sido instalado por el ingeniero M. Charlier. La tensión es de 1.100 volts y la corriente total de 12 amperes; los conductores principales son alambres desnudos de 0^m,006 de diámetro, y están colocados sobre aisladores de doble campana fijados á sus apoyos por medio del azufre y sostenidos por postes metálicos.

Con el objeto de proporcionar la iluminación al tráfico de cada trozo, se ha dividido la longitud en tres secciones. La primera comprende el primer kilómetro á partir de Bruselas, con una iluminación media de 0,21 lux. Otra sección de un 1 kilómetro, próxima á Tervueren, posee una iluminación media de 0,14 lux, y en el resto del trayecto, la iluminación se reduce á 0,07 lux.

En la primera sección, los focos distan entre sí 70 metros, están dispuestos alternativamente á uno y otro lado de la avenida, y á una altura de 14 metros. En la inmediata á Tervueren la separación es de 80 metros y están alineados en el eje de la vía, y en el resto del trayecto la distancia de foco á foco es de 100 metros y están también situados en el eje.

Existen en total 124 lámparas de arco agrupadas en 6 circuitos, 4 de 21 lámparas y 2 de 20; dos lámparas consecutivas pertenecen siempre á circuitos diferentes. Cuando una lámpara se apaga, se establece automáticamente una derivación que la reemplaza en el circuito. Cada 500 metros hay un pararrayos, sistema Melsens.

La central está situada en Woluwe y consta de dos grupos, compuestos cada uno de una locomóvil compound que gira á 135 revoluciones por minuto, accionando por medio de una correa sin fin un dinamo Schuckert tetrapolar, y cuya velocidad es de 750 revoluciones por minuto. Las dos dinamos están acopladas en serie y pueden producir 38 amperes con $550 \times 2 = 1100$ volts.

(1) Trabajo realizado en el laboratorio de física industrial de la Universidad de Lille.