

Año IX.

Madrid, 28 de Febrero de 1882.

Núm. 2.

Dedicada al estudio de las ciencias, artes, industria, legislación y comercio en sus relaciones con la Arquitectura.

DIRECTOR,
DON MARIANO BELMÁS.

Las comunicaciones se dirigirán al Director de esta Revista de Arquitectura, calle del Barquillo, 5, segundo, Madrid.

PREMIADA CON MEDALLA DE PLATA EN LA EXPOSICION DE 1879.

SUMARIO.

Estudio comparativo entre los pisos de madera y de hierro, por <i>D. Eduardo Adaro</i>	pág. 25
Apuntes de un viaje á Zorita de la Frontera, por <i>D. José Gonzalez-Carvajal y Altés</i>	pág. 30
Sobre la determinacion de los esfuerzos moleculares admisibles en las construcciones metálicas bajo la base de los experimentos de <i>Wöhler</i> , por <i>G. Salemi Pace</i>	pág. 32
Las cales y cementos de Casale Monferrato (<i>conclusion</i>).	pág. 36
Comunicacion del Sr. P. Reinhardt, sobre el incendio del Ring-Theater de Viena.	pág. 40
Documento histórico para juzgar del adelanto en la extincion de incendios en los teatros.	pág. 43
Difusion de los sólidos.	pág. 44
Experiencias sobre utilizacion de las escorias de los altos hornos en la construccion.	pág. 44
La verdad sobre el proyecto de Exposicion internacional en Berlin.	pág. 45
La madera artificial de construccion á base de tierra cocida.	pág. 45
Recientes excavaciones de pirámides y descubrimientos de nuevos sepulcros.	pág. 46
Extincion del fuego por medio del ácido carbónico.	pág. 46
Exposicion de los industriales de Sevilla solicitando se legisle acerca del establecimiento de calderas de vapor dentro de las poblaciones.	pág. 47
Variedades.—El tranvia eléctrico de Siemens.—Vacantes.	pág. 48
Advertencias importantes.	pág. 48

GUIA DE MADRID

POR

DON RAFAEL GIL Y DON TOMÁS ROMEA,

CON UN PLANO

DE D. ALVARO ROSELL,

Arquitecto.

Véndese al precio de cinco pesetas.

ALMACEN DE MADERAS

DE

JOAQUIN RECHE,

CALLE DE VALENCIA, 30, MADRID.

Abundante surtido de maderas de pino, de Cuenca, de la tierra y del Norte, para construcciones y para obras de taller. Casa fundada en 1857.

A peticion de algunos de nuestros lectores hemos hecho una pequeña tirada de un Índice por materias y autores de lo publicado por la Revista desde su fundacion.

Recomendamos este importante trabajo de inmensa utilidad.

Se envia franco remitiendo seis reales en metálico ó en sellos de franqueo.

PUERTAS-CIERRES

de hoja articular de hierro y acero con movimiento automático.

Solidez, reduccion de volúmen, economía y elegancia.

PRIVILEGIO EXCLUSIVO

DE

PEDRO MR. SANCRISTOFOL.

Pidanse datos á su representante **D. Laureano Navas, Saúco, 15, Madrid.**

SOLARES.

Hacen falta terrenos. Dirigirse á la Administracion de la REVISTA.

RECARTE.

Lobo, 8, Madrid.

Pesetas.

Nivel topográfico de Kern, plataforma de tres tornillos, anteojo con objetivo de 36 milímetros de abertura y 38 centímetros de foco, ocular astronómico que aumenta cuarenta veces, un nivel de precision, sensible cinco segundos por cada línea de París, uno id. de repuesto, plomada, caja y trípode.	615
Juego de dos miras de precision, de tres metros, con soportes de hierro y plomadas.	370
El instrumento completo, con las miras.	950
Teodolito de compensacion, de Kern, círculo horizontal de 12 centímetros, dividido en $\frac{1}{5}^\circ$ con dos nonius que aprecian 1', arco vertical de igual division, anteojo con cristales de Munich, objetivo de 27 milímetros, foco 25 centímetros, ocular celeste, aumentando 25 veces, retículo de cruz sencilla, nivel sobre uno de los montantes, sensible de 20 á 30 segundos, con caja y trípode.	500

NUEVOS COMPASES PERFECCIONADOS.

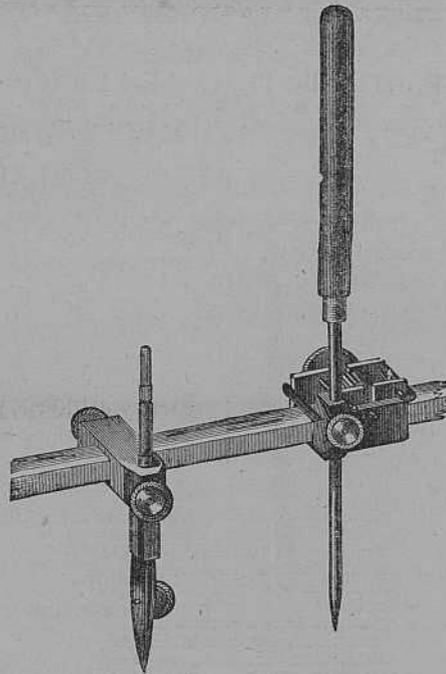


Fig. 500.

Como indica la figura anterior, el movimiento de las piezas sobre la regla se verifica por medio de un cilindro estriado que da el movimiento de coincidencia. Para los movimientos extensos se puede deslizar la pieza con la mano sin necesidad de tocar ningun tornillo.

Pesetas.

Compas de varas, con tiralíneas y porta-lapiz, regla de 50 centímetros.	14
Id. id., regla de un metro, dividida en medios centímetros.	16
Id. id., regla de un metro, dividida en milímetros.	22,50
Compas con porta-lapiz solo, regla de 36 centímetros, dividida en milímetros.	13,50

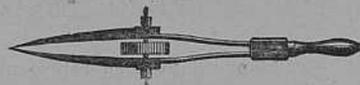


Fig. 425.



Fig. 430.

Compas divisor. La rueda central dividida en milímetros sirve para trazar líneas graduadas.	8,50
Punteador, de un centímetro, dividido en milímetros.	1,75

PISOS DE MADERA Y HIERRO.

ESTUDIO COMPARATIVO.

Los adelantos de la industria han introducido desde hace años en la construcción el sustituir los maderos de piso por hierros laminados, con sección doble T generalmente. Importantes son las razones que se aducen en pro de este material, sin que deje asimismo de tener sus inconvenientes; pero su generalización en lo que á la corte se refiere no se extiende, como parecía lógico sucedería, por la más convincente de las razones, cuando de intereses se trata, y es la de resultar ménos económico su empleo en contraposición con los de madera hasta aquí adoptados.

Prescindiendo de que la aplicación de las viguetas laminadas implica en la construcción un cambio algo más radical del hasta aquí empleado, pues consideramos un absurdo emplear con ellas carreras de madera, material ménos resistente, y si la modificación alcanza á éstas, lo será á su vez el apoyarlas sobre piés derechos del material indicado, y de aquí la necesidad de sustituir los entramados verticales por otras fábricas siempre más costosas que ésta; por lo que se refiere á los entramados horizontales, veremos que en la actualidad no se hallan en condiciones de sostener económicamente la competencia, aunque es de esperar lleguen á ello muy pronto por la tendencia al alza que de día en día se observa en las maderas de construcción.

El presente trabajo ha sido efectuado para determinar los pisos más convenientes en los pabellones de acogidos de la Escuela de reforma que se trata de elevar en Carabanchel, de cuyo trabajo se me ha confiado la formación de planos y dirección.

La planta que ha de cubrirse es un rectángulo de 22 metros por 12 luces, dividido, según su eje mayor, por una serie de columnas espaciadas 4^m,40, dando así lugar á las dos crujiás que forman en planta principal los dormitorios.

Por los epígrafes de las soluciones se verá cuáles han sido las estudiadas entre las varias que podían efectuarse, y el resumen será la comprobación más elocuente de lo que decíamos al principio de este trabajo.

PRIMERA SOLUCION.

Carrera de madera apoyada en las columnas y paralela á los lados mayores del rectángulo.—Maderos de piso de idem normales á ésta.

Maderos de piso.—Para determinar su escuadría, los consideraremos como vigas apoyadas en dos puntos de nivel y sometidas á una carga uniformemente repartida; pero como debemos sujetarnos en la práctica á las piezas existentes en el comercio, y para el caso que nos ocupa tendríamos que valernos de sesmas, es inútil determinar una escuadría ya conocida (0,20 × 0,15), y debemos por tanto proceder á determinar la distancia entre ejes á que necesitamos colocar éstas, una vez conocidas su carga y dimensiones.

Para ello, y valiéndonos de la fórmula general que da la igualdad de los momentos de resistencia y flexión

$$R \frac{I}{v} = M,$$

tendremos dando valores.

$R = 800.000$ valor admisible para la madera de encina.

$$\frac{I}{v} = 0,001$$

$$P = 400 \times 600 \times x$$

$$a = 6,00$$

$$R \frac{I}{v} = M = 1800 \times x,$$

de donde

$$x = \frac{800}{1800} = 0^m,444,$$

distancia entre ejes que no difiere mucho de la práctica de hueco por macizo.

Si queremos comprobar, conocida ya esta distancia, tendríamos para valor de M el de

$$M = 799,20,$$

y dando conocido uno de los lados de la escuadría, la altura h , por ejemplo; igual á 0^m,20, tendríamos

$$800.000 \times b \times 0,04 = 4795,20,$$

de donde

$$b = 0,1498.$$

Carrera.—Como los entre-ejes de columnas son iguales, consideraremos sólo un tramo cuya longitud será de

$$\frac{22^m}{5} = 4^m,40.$$

Cargarán sobre él á la distancia hallada de 0^m,444 nueve vigas por cada lado; y como alternan en su colocación, podemos suponer la pieza como cargada uniformemente con un peso de

$$19 \times \frac{1065,60}{2} = 10123^k,20,$$

al que agregando el peso propio de la pieza, que para las piezas anteriores no merecía tomarse en cuenta, y que podemos suponer de 420^k,00 nos dará como carga total la de 10.550,00 en número redondo, y aplicando la fórmula conocida

$$R \frac{I}{v} = 5802,50;$$

para este valor y el de R supuesto, necesitaríamos las dimensiones de escuadría que marca la media vara; pero como la pieza ha de quedar al descubierto, veremos su resistencia después de labrada, y supuesto que queden aquéllas reducidas á 0,38 × 0,25, para esto tendremos

$$R = M \frac{v}{I} + \frac{N}{\omega}, \text{ en la cual}$$

$$\left. \begin{array}{l} M = 5802,50 \\ \frac{I}{v} = 0,006 \\ N = 5275,00 \\ \omega = 0,095 \end{array} \right\} R = \frac{5802,50}{0,006} + \frac{5275,00}{0,095} = 967083 + 55526 = 1.022609.$$

Se ve que la pieza trabajaria á razón de $1^k,02 p^{m.2}/m.$ de seccion; y aunque el valor es algo elevado, puede aceptarse no sólo por la buena calidad de la madera de Cuenca, sino también porque rara vez la pieza so-

portará la carga permanente y accidental que se ha supuesto para el cálculo.

El coste total de esta solución sería:

Carrera de media vara labrada al descubierto.—23m. ¹ ,00 á 12,15.	=	279,45
Losas de asiento para sus extremos.—2 á 12,00.	=	24,00
Solera para los maderos de piso.—44m. ¹ ,00 á 2,85.	=	125,40
Sesma para pisos.—627m. ¹ ,00 á 2,55.	=	1598,85
Mano de obra incluso clavazon y enzoquetado.—264m. ² ,00 á 1,45.	=	382,80
Forjado del piso con botes y yeso negro.—264m. ² ,00 á 5,60.	=	1478,40
Pintura de la parte de carrera al descubierto.—19m. ² ,36 á 1,75.	=	33,88
IMPORTE TOTAL DE ESTA SOLUCION.		= 3922,78

SEGUNDA SOLUCION.

Carreras de madera apoyadas en las columnas normales á los lados mayores del rectángulo.—Maderos de piso cargando sobre ellas.

Maderos de piso.—Suponiéndolos colocados á 0m,24 entre-ejes, necesitaremos para los 6m,00 que da la cruzía 25 espacios ó 24 maderos de piso; y siguiendo la marcha adoptada

$$R \frac{I}{v} = 232.32;$$

para este valor podemos tomar los maderos de á ocho elegidos de 4m,70, por ser su largo sólo de 4m,50 en el comercio; para ellos, dada su escuadría de 0,15×0,09, tendríamos, sustituyendo valores

$$232.32 = 800.000 \times 0,0003375 = 270,00,$$

es decir, que resisten con exceso.

Carreras.—Considerando sólo la mitad por ser iguales los dos tramos, vemos cargar sobre ella por ambos lados y alternando, 49 piezas ó maderos de piso, cada uno con una carga de $\frac{422,40}{2} = 211,20$, lo que hace un peso total que podemos considerar como uniformemente repartido de

$$P = 49 \times 211,20 = 10.348,80,$$

Carreras de roble de 0,40 × 0,28 labradas al descubierto.—52m. ¹ ,00 á 22,25.	=	1157,00
Losas de asiento para sus extremos.—8 á 12,00.	=	96,00
Maderos de á ocho elegidos de 4m,70.—245 á 5,75.	=	1408,75
Solera para apoyo de sus extremos.—24m. ¹ ,00 á 3,30.	=	79,20
Mano de obra incluso clavazon y enzoquetado.—264m. ² ,00 á 1,24.	=	327,36
Forjado del piso con botes y yeso negro.—264m. ² ,00 á 5,60.	=	1478,40
Mano de aceite secante á las carreras.—48m. ² ,84 á 0,50.	=	24,42
IMPORTE TOTAL DE ESTA SOLUCION.		= 4571,13

TERCERA SOLUCION.

Análoga disposición á la primera considerada, pero usando el hierro como material.

Viguetas de piso.—Las colocaremos á 0m,733 próximamente de distancia entre-ejes; dividiendo la longitud total de cada tramo en seis partes iguales, cada vigueta soportará una carga uniformemente repartida de 1.759^k,20, para la cual, prescindiendo de su peso propio, tendríamos

$$R \frac{I}{v} = 1319,40,$$

más el peso propio de la viga, que podemos suponer de 550,00, ó sea un total de 10.900,00 en cifra exacta.

Tendremos, por tanto,

$$R \frac{I}{v} = 8165.$$

Comparando este resultado con el del caso anterior, veremos que la media vara labrada que allí empleamos no podría usarse en este caso, porque trabajaria á razón de

$$R = 1.360822 \div 57368 = 1.418,190,$$

ó sea de $1^k,40 p^{m.2}/m.$ de seccion, valor excesivo.

Sería preciso para resolver el problema en este sentido, ó emplear piezas especiales, ya de madera más resistente, de roble por ejemplo, ya de pino de 0,40 × 0,32 despues de labrada, ó armar una con maderas del comercio, ó aligerar la carga del piso poniendo en vez del forjado un entarimado superior y un cielo raso de cañizo inferiormente. Empleando la primera para mayor armonía del estudio comparativo, y eligiendo unas piezas de roble de 0,40 × 0,28, que trabajarian á razón de $1^k,15 p^{m.2}/m.$ de seccion en el caso más desfavorable, el presupuesto sería el siguiente:

Dando á R el valor 8.000.000, la solución más económica sería una viga de seccion doble T de $\frac{200 \times 65}{10 \times 9,5}$ cuyo peso por metro lineal es de 26^k.

Carrera.—Apoyarán en cada tramo y en puntos equidistantes cinco viguetas por cada lado, cada una con un peso de $\frac{1.759,20}{2} = 879,60$ ó sea un total de

$$P'' = 10 \times 879,60 = 8796.$$

Si reducimos este peso así repartido á carga en el punto medio, tendremos

$$P' = \frac{3 \times 8796}{5} = 5277,60,$$

y agregando el peso propio de la viga en iguales condiciones, y suponiendo que el total fuera de 220

$$P = 5277,60 + \frac{220}{2} = 5387,60$$

ó 5.390 en cifra exacta.

Para este valor, tendríamos como hasta aquí:

$$R \frac{I}{v} = 5929.$$

Podríamos usar, entre otras diversas, ó la viga lami-

$$M = 5929$$

$$\frac{I}{v} = \frac{1}{6} \left[\frac{0,140 \times 0,260^3 - 2(0,0075 \times 0,228^3 + 0,052 \times 0,212^3 + 0,008 \times 0,108^3)}{0,260} \right] = 0,000815$$

$$N = 2695$$

$$\omega = 3820 \text{ m.}^2/\text{m.}^2$$

por tanto,

$$R = 7,274846 + 305555 = 7,580401.$$

Es decir, que el hierro trabajaría á razon de

$$7^k,58 \text{ p m.}^2/\text{m.}^2$$

	Pesetas.
Viguetas laminadas.—50 × 6,37 × 26 ^k ,00 = 8281,00 á 0,40.	= 3312,40
Piezas de enlace. —25 × 15,00 = 375 ,00 á 0,60.	= 225,00
Adoquines de asiento.—50 á 2,00.	= 100,60
Carrera de armadura.—23m. ⁴ ,00 × 69 ^k ,00 = 1587,00 á 0,55.	= 872,85
Losas de asiento para sus extremos.—2 á 12,00.	= 24,00
Mano de obra en colocacion.—10243,00 á 8,00 los 100 ^k	= 819,44
Forjado del piso á bobedilla.—264 m. ² ,00 á 6,00.	= 1584,00
Pintura de la carrera al descubierto.—0,91 × 22m,00 = 20m,02.	} 53m. ² ,20 á 1,75. . . = 93,10
Id. de las cabezas de viguetas id. id.—0,11 × 300 ,00 = 33m. ² ,00.	
IMPORTE TOTAL DE ESTA SOLUCION.	7030,79

CUARTA SOLUCION.

Carrera como en el caso anterior.—Vigas de pisos principales normales á ella, secundarias, embrochadas á las anteriores.

Vigas secundarias.—Corresponden á los seis metros de luz ocho espacios de 0,75; y suponiendo las principales colocadas una sobre cada columna, y otra en los puntos medios de los entre-ejes de éstas, cada viga secundaria soportará un peso total uniformemente repartido de

$$P = 0,75 \times 2,20 \times 400 = 660^k,00,$$

se determinará, pues, por la relacion

$$R \frac{I}{v} = 181,50,$$

bastarán con exceso de resistencia las vigas dobles T de $\frac{100 \times 43}{6 \times 5}$, cuyo peso es de 9^k,00 el metro lineal.

Vigas principales.—En cada una embrochalan á partes equidistantes siete vigas de las secundarias, por cada lado, cada una de las cuales sufre un peso de

$$P = \frac{660}{2} = 330.$$

nada de $\frac{300 \times 138}{16 \times 13}$ cuyo peso p. m. l. es de 64^k; ó

la armada en doble T de $\frac{260 \times 140}{16 \times 5}$ con escuadras de

$\frac{60 \times 60}{8}$ cuyo peso idem es de 69^k, ó la armada con

palastro de 300 × 5 y escuadras de $\frac{76 \times 76}{11}$ sin tablás

superiores, cuyo peso es de 60^m,1.

La más conveniente, por su menor altura, es la segunda, y para comprobar su resistencia tendríamos los valores siguientes:

de seccion, valor inferior al supuesto, y aceptable por lo tanto.

El coste de esta solucion sería, teniendo presente que las viguetas laminadas, por su escaso asiento sobre la carrera, debemos enlazarlas de uno y otro lado para mayor seguridad, el siguiente:

El total que llevará la viga principal será, pues, de

$$P'' = 14 \times 330,00 = 4620,00,$$

el cual, reducido á carga en el punto medio, sería

$$P' = \frac{4 \times 4620,00}{7} = 2640,00,$$

al cual, si agregamos el peso propio de la viga, que podemos tantear en 400 kilogramos, quedará reducido en total á

$$P = 3000,00 \text{ en número redondo;}$$

tendremos, pues,

$$R \frac{I}{v} = 4500,00,$$

y la solucion más conveniente para el armado y economía sería una viga de seis doble T, de cabezas reforzadas, de $\frac{260 \times 117}{18 \times 14}$, cuyo peso es p. m. l. de 60^k,00.

Para comprobarla tendríamos:

$$M = 4500,00$$

$$N = 1500,00$$

$$\omega = 5800$$

$$\frac{I}{v} = \frac{1}{6} \left[\frac{117 \times 260^3 - 2(515 \times 224^3)}{260} \right] = 0,000576$$

$$R = 7,812500 + 258620 = 8,071,120,$$

valor aceptable.

Carrera.—Soportará en el punto medio una carga por cada lado de

$$P' = \frac{4620 + 400}{2} = 2510^k,00,$$

ó sea en total

$$P = 2 \times 2510,00 = 5020,$$

más el peso propio de las piezas, que graduado en

280,00, daría por total

$$P = 5300^k,00;$$

por lo tanto,

$$R \frac{I}{v} = 5830^k,00,$$

valor que apenas difiere notablemente del 5929 hallado para el caso anterior; podemos, pues, tomar la viga armada que allí hemos determinado.

El coste de esta solución sería:

Vigas secundarias.— 30 × 2,50 × 9 ^k ,00	= 675,00.	} 9963,00 á 0,50.	Pesetas. = 4981,50
Id. id. —120 × 2,20 × 9 ^k ,00	= 2376,00.		
Id. principales.— 18 × 6,40 × 60 ^k ,00	= 6912,00.		
Escuadras de enlace para embrochalar.— 540 × 1,70	= 928,00 á 0,60.		= 556,80
Viga armada en carrera.— 23,00 × 69,00	= 1587,00 á 0,55.		= 872,85
Piezas de enlace de carrera y vigas principales.— 18 × 25,00	= 450,00 á 0,60.		= 270,00
Losas de asiento.— 20 á 12,00.			= 240,00
Mano de obra en colocacion.— 12928,00 á 8,00 los 100 ^k .			= 1034,24
Forjado del piso á bovedilla.— 264 ^{m²} ,00 á 6,00.			= 1584,00
Pintura de la carrera.— 20 ^{m²} ,02 á.		} 59 ^{m²} ,32 á 1,75.	= 103,81
Id. de las cabezas de vigas principales.— 108,00 × 0,15	= 16 ^{m²} ,20.		
Id. id. de vigas secundarias.— 330,00 × 0,07	= 23 ^{m²} ,10.		
IMPORTE TOTAL DE ESTA SOLUCION.			9643,20

QUINTA SOLUCION.

Disposicion análoga á la segunda empleando el hierro como material.

Viguetas de piso.—Corresponderán á los 12 metros de luz 16 claros de 0^m,75; para calcular las piezas, tendrémolos como carga uniformemente repartida sobre cada una la de

$$P = 1320,00,$$

y por lo tanto,

$$R \frac{I}{v} = 726,00.$$

Emplearémolos para este resultado vigas doble T de $\frac{160 \times 55}{9 \times 7}$, cuyo peso es el de 16^k,50 p. m. l.

Carrera.—Será una viga apoyada en tres puntos de nivel y colocado el intermedio á partes iguales; sobre ella apoyarán 15 viguetas, cada una con un peso de 1320,00; el peso total será

$$P'' = 1320 \times 15 = 19800,00,$$

el cual, reducido á carga uniformemente repartida, será

$$P' = 2 \times \frac{8 \times 19800}{15} = 21120,$$

y añadiendo el peso propio de la viga, valuado en 900

kilógramos,

$$P = 21120 + 900 = 22020,00,$$

ó 22.000^k,00 en cifra exacta.

El peso por metro lineal sería

$$\frac{22000}{12} = 1833,33.$$

Considerando por la simetría de la figura la mitad de la pieza para determinar su seccion, sería

$$R \frac{I}{v} = \frac{1833 \times 6^2}{8} = 8248,50.$$

Convendría como resultado una viga armada en doble T, de $\frac{300 \times 160}{9 \times 5}$ con escuadras de $\frac{75 \times 75}{9}$, cuyo peso es de 70^k,00 p. m. l.

Comprobemos y será:

$$M = 8248$$

$$N = 5500$$

$$\omega = 9226$$

$$\frac{I}{v} = \frac{1}{6} \left[\frac{160 \times 300^3}{300} - 2(7,5 \times 282^3 + 69 \times 272^3 + 9 \times 142^3) \right] = 0,00113$$

por lo tanto,

$$R = 7.299114 + 596183 = 7895297,$$

valor aceptable.

El coste de esta solución sería:

Vigas laminadas.— 30 × 4,70 × 16,50	= 2326,50.	} 5593,50 á 0,40.	Pesetas. = 2237,40
Id. id. — 45 × 4,40 × 16,50	= 3267,00.		
Piezas de enlace.— 120 × 1,25	= 150,00 á 0,60.		= 90,00
Adoquines de asiento de enlace.— 30 á 2,00.			= 60,00
Vigas armadas.— 4 × 13 × 70,00	= 3640,00 á 0,55.		= 2002,00
Losas de asiento de id.— 8 á 12,00.			= 96,00
Mano de obra en colocacion.— 9383,50 á 8,00 los 100 ^k .			= 750,68
Forjado del piso con bovedilla.— 264 ^{m²} ,00 á 6,00.			= 1584,00
Pintura de las carreras.— 1,12 × 48,00	= 53,76.	} 97 ^{m²} ,76 á 1,75.	= 171,08
Id. de cabezas de vigas.— 550,00 × 0,08	= 44,00.		
IMPORTE TOTAL DE ESTA SOLUCION.			6991,16

SEXTA SOLUCION.

Carrera como en el caso anterior. — Viga principal en su punto medio y secundarias normales á la anterior.

Vigas secundarias.— Siendo su distancia entre ejes de 0,733, el peso que cada una soportará será de 879,60; por lo tanto,

$$R \frac{I}{v} = 329,85$$

debemos tomar las viguetas de $\frac{120 \times 45}{7 \times 5}$ de peso 11^k,00.

Vigas principales.— Actuarán sobre ellas por cada lado cinco viguetas, cada una con peso de

$$\frac{879,60}{2} = 439,80,$$

ó sea un total de

$$P'' = 10 \times 439,80 = 4398,00,$$

que reducido á carga en el punto medio, será

$$P' = \frac{6 \times 4398}{11} = 2308,00,$$

y agregando el peso propio de la viga, que podemos valorar en 170,

$$P = 2478 \text{ ó } 2480 \text{ en número exacto;}$$

por lo tanto,

$$R \frac{I}{v} = 2728,00$$

podríamos emplear la seccion $\frac{220 \times 100}{16 \times 13}$, cuyo peso es de 40^k,50 *p. m. l.*

Carrera.— Será una pieza cargada en su punto medio con un peso de 4568^k,00; por lo tanto,

$$R \frac{I}{v} = 6852,00$$

convendria una doble T armada de $\frac{270 \times 140}{16 \times 5}$, con

escuadras de $\frac{60 \times 60}{8}$, ó la usada en el caso 5.º, que tiene análogo peso de 70^k,00 *p. m. l.*

El coste de esta solucion sería, pues:

	Pesetas.
Vigas secundarias.—50 × 3,30 × 11 ^k ,00 = 1815,00.	} 6210,90 á 50. . . . = 3105,45
Id. id. —50 × 3,00 × 11,00 = 1650,00.	
Id. principales.— 3 × 22,60 × 40,50 = 2745,90.	
Escuadras de embrochalar.—300 × 1,70 = 510,00 á 0,60.	= 306,00
Adoquines de asiento.—50 á 2,00.	= 100,00
Vigas armadas.—4 × 13,00 × 70,00 = 3640,00 á 0,55.	= 2002,00
Piezas de enlace de éstas y las principales.—12 × 25,00 = 300,00 á 0,60.	= 180,00
Losas de asiento en sus extremos.—14 á 12,00.	= 168,00
Mano de obra y colocacion.—10660,90 á 8,00 los 100 ^k	= 852,87
Forjado del piso á bovedilla.—264 ^m ,00 á 6,00.	= 1584,00
Pintura de las vigas maestras.— 48,00 × 1,12 = 53,76.	} 87,00 á 1,75. . . . = 152,25
Id. id. principales.— 66,00 × 0,14 = 9,24.	
Id. id. secundarias.—300,00 × 0,08 = 24,00.	
IMPORTE TOTAL DE ESTA SOLUCION.	= 8450,57

SÉTIMA SOLUCION.

Carrera de hierro paralela á los lados mayores del rectángulo.—Maderos de piso normales á ella.

Nos valdrémos de los datos ya obtenidos y piezas determinadas, y con arreglo á éstas formularémos el coste, que sería:

	Pesetas.
Carrera de hierro armada.—23 ^m ,1 × 69,00 = 1587,00 á 0,55.	= 872,85
Losas de asiento para sus extremos.—2 á 12,00.	= 24,00
Maderos de piso, sesma.—627,00 á 2,55.	= 1598,85
Solera para id.—44,00 á 285.	= 125,40
Mano de obra y clavazon.—264 ^m ,00 á 1,45.	= 382,80
Forjado del piso con botes y yeso negro.—264,00 á 5,60.	= 1478,40
Pintado de la carrera.—0,91 × 22,00 = 20,02 á 175.	= 35,04
IMPORTE TOTAL DE ESTA SOLUCION.	= 4517,34

OCTAVA SOLUCION.

Análoga á la segunda, combinando como en el caso anterior el hierro y la madera.

Procediendo como en la sétima solucion, tendrémos:

	Pesetas.
Carreras de hierro armadas.— 2 × 13 × 70 = 3640,00 á 0,55.	= 2002,00
Losas de asiento en sus extremos.—8 á 12,00.	= 96,00
Maderos de piso de 4,70; 245 á 5,75.	= 1408,75
Soleras para id.—24 ^m ,1,00 á 3,30.	= 79,20
Mano de obra en colocacion.—264 ^m ,00 á 1,24.	= 327,36
Forjado del piso con botes y yeso negro.—264,00 á 5,60.	= 1478,40
Pintado de carreras.—1,12 × 48,00 = 53,76 á 1,75.	= 94,08
IMPORTE TOTAL DE ESTA SOLUCION.	= 5485,79

Los resultados obtenidos dan el resumen siguiente, donde se expresan los totales y el valor que correspondería á cada uno de los 264 metros cuadrados que forman la superficie en planta.

	TOTALES.	Por m. ²
1. ^a solución	3922,78	14,85
2. ^a id.	4571,13	17,31
3. ^a id.	7030,79	26,63
4. ^a id.	9643,20	36,53
5. ^a id.	6991,16	26,48
6. ^a id.	8450,57	32,01
7. ^a id.	4517,34	17,11
8. ^a id.	5485,79	20,79

Se ve, por lo tanto, que deberían ordenarse, con arreglo á la economía, en el orden á continuación expresado.—1.^a, 7.^a, 2.^a, 8.^a, 5.^a, 3.^a, 6.^a y 4.^a

Dedúcese, por lo tanto, que los pisos de madera ofrecen una notable diferencia sobre los de hierro, viniendo los mixtos á ocupar una posición intermedia, y aún más económica en el caso presente, según marca la 7.^a solución, sobre la 2.^a; que de las disposiciones combinadas resultan en madera más ventajosas aquellas en que la erujía total se divide en dos tramos, por una carrera paralela á los lados mayores del rectángulo y apoyada en las columnas, y lo contrario en las de hierro, y que lejos de ser exacta la afirmación de algunos autores de construcción y constructores, de obtenerse los pisos de hierro más económicos, formándolos por piezas principales y otras más pequeñas embrochadas, en nuestro trabajo resulta precisamente lo contrario, pues las dos soluciones así tratadas, 4.^a y 6.^a, son las más caras de todas las que hemos considerado; de todo lo cual se infiere la necesidad que existe para el constructor de efectuar diversos tanteos, tratándose de pisos, vista la diferencia de economía que existe, según los datos y condiciones de la construcción.

EDUARDO DE ADARO,
Arquitecto.

ZORITA DE LA FRONTERA.

Apuntes de un viaje á este sitio.

En la multitud de viajes que hacen los Arquitectos provinciales aceleradamente, si han de atender cómo es debido á sus cotidianas tareas, preséntase ocasion, siquiera sea al soslayo, de estudiar la sociedad bajo diversos aspectos, mirando con singular predilección el arte de construir y de decorar, que alcanzan generalmente en los templos su mayor desarrollo.

El que entretiene sus breves ocios con estas líneas pernóctados noches en Zorita de la Frontera, alcanzando sólo á treinta horas su permanencia en el pueblo; si se deduce de este tiempo el necesario para reconocer tres locales y levantar el plano de dos de ellos, con objeto de estudiar un proyecto de escuelas y casa-habitación para la maestra; si se tienen en cuenta las horas que el cuidado individual reclama durante el día, el reposo

nocturno, y las discusiones concejiles, que son interminables, habrá de convenirse en que se necesita muy buena voluntad y cierta práctica para recoger datos generales y profesionales, cuya inmediata aplicación no existe, y cuyas ventajas futuras son al menos desconocidas entonces.

Desde Salamanca, á cuya provincia pertenece Zorita, hasta Cantalapiedra, se aprovecha el ferro-carril que va á Medina del Campo, y después hay que recorrer un malísimo camino de dos leguas insoportables, atravesando Palacios Rubios á legua y media de Cantalapiedra.

Está sentado Zorita en terreno llano, á la derecha de un arroyo, brazo del Guareña, y consta su población de doscientos vecinos. Se extiende en gran superficie por tener muchas de sus casas diseminadas y de planta baja, y las calles anchas, que á la vez se hallan bastante bien alineadas. La producción principal es el trigo, y luego la avena, cebada, centeno, algarroba y verduras, teniendo un viñedo mediano. Hay ganado lanar, vacuno y de cerda, caza de liebres, conejos y perdices, y excelentes aguas minerales en el término. El clima es frío y desigual, como en la mayor parte de la provincia, y el pueblo uno de los mejores del partido de Peñaranda de Bracamonte.

La palabra Zorita significa en árabe paloma, y cuéntase que en las irrupciones moriscas tenía celebridad esta población, porque constituyendo el límite de un reino pasaba alternativamente á poder de moros y cristianos, siendo teatro de sangrientas escenas; y aún se conserva esta tradición en el nombre de un terreno del común, próximo al pueblo, que se llama el prado carnicero. Tuvo un hospital importante, del que sólo existen restos, y un convento que fué incendiado en la francesada.

La construcción usada es el tapial ó el adobe con pilares y verdugadas de ladrillo, y algunas veces emplean el ladrillo de soga ó media asta chapeando el muro, por cuya razón hay muchas fachadas modernas vencidas de cabeza hácia el predio, como acontece en notable proporción con la casa de D. Gregorio Martín. Tiene esta planta baja y principal, con una armadura de cubierta de bastante luz para las que allí se emplean; dicha armadura está mal construida, y ya se hubiera arruinado en condiciones normales, á pesar de ser de reciente construcción; pero el muro de fachada, sobre que descansa, está, como hemos dicho, vencido al interior, y ha contenido la completa descomposición de la armadura, así como ésta ha detenido, á no dudar, en su movimiento la fachada; mas esta posición de equilibrio no es estable, y tuve ocasión de aconsejar á sus ricos y amables moradores que no dilatasen la ejecución de los importantes reparos necesarios.

La iglesia parroquial, que está consagrada á San Miguel, es de buena construcción de ladrillo con algunos adobes y sillarejos; su torre es de excelente construcción de ladrillo y cuatro sillares de ángulo colocados á cierta altura.

La planta de la iglesia, con capacidad suficiente

para la actual poblacion, consta de tres naves paralelas, divididas por columnas con arcos de medio punto, siendo casi doble que las laterales la nave central, y terminando ésta por un presbiterio de planta semipoligonal, gótico de la decadencia, con su correspondiente cascaron. El resto de la iglesia es más antiguo y con vestigios románicos, teniendo una apariencia robusta y austera que produce buen efecto y religioso recogimiento, si no se fija la atencion en los detalles de que ha ido siendo exornada en épocas posteriores.

La nave lateral izquierda (mirando al presbiterio) está separada de la central por un reducido arco apuntado, próximo al presbiterio, y por otro de medio punto que mide una luz de 50 piés (13,94 metros); la lateral derecha por tres arcos menores, de medio punto dos de ellos, apoyados en tres columnas gruesas de sillería, cuyos capiteles son de estructura románica; el capitel de la columna más próxima al presbiterio es distinto de los demas, pero si se observa detenidamente, se comprende que es el mismo capitel antiguo, mutilado y alterada su moldura de cabeza en la época en que se construyó el presbiterio. Esta columna ofrece la particularidad de ser de mayor diámetro que las otras dos, y como la diferencia es pronunciada, no se satisface el espíritu sin buscar la explicacion de esta anomalía; pero encuéntrase bien pronto el razonado motivo del constructor que tuvo necesidad de cargar sobre esta columna un arco normal á la direccion de la arcada. Es maravilloso el efecto que produce en el espíritu el momento de sorprender la existencia de este nuevo elemento, porque conocida la causa de la mayor robustez de la columna, queda satisfecha la razon y tranquilo el observador que ve fuerza pasiva suficiente para contrarrestar el nuevo empuje. Sencilla pero elocuente leccion para los tiempos modernos en que llevamos las enfadosas leyes de la más escrupulosa simetría á todos los terrenos y en todos los detalles, tengan ó no cumplida aplicacion.

El techo de la iglesia lo constituye un modesto artesonado construido en la misma armadura de cubierta, sobre los pares en las naves laterales, y sobre parte de los pares y las puentes en la nave central; su aspecto es grave á la par que agradable.

La bóveda del presbiterio está pintada con colores chillones y abigarrados, haciendo un efecto tan macarrónico, que desdice de una manera notable de la sobriedad del resto del templo.

El púlpito es de mala época y peor gusto, construido en piedra y con tornavoz de madera de talla.

El coro, sumamente abandonado, y con su escalera ruinosa, presenta en su frente un revestido de madera tallada, cuyas labores son muy minuciosas, bien acabadas y del Renacimiento, siendo de igual estilo las cajonerías que se conservan en la sacristía.

El retablo del presbiterio es churrigueresco, con columnas salomónicas entrelazadas de racimos, nervios y hojarasca; en su parte superior hay una buena imagen de la Virgen, pintura que dicen ser de Murillo, y que el señor Obispo quiso en cierta ocasion llevar á

Salamanca; pero el celoso párroco de Zorita se opuso diciendo que tambien aquella iglesia era digna de ella.

Ocupémonos finalmente, en esta brevísima reseña, de la torre de la iglesia, que está cimentada en el fondo ó pié de la nave lateral derecha, ascendiéndose á ella desde el coro. Es de planta cuadrada y gruesos muros, y su escalera es de caracol con alina; tiene su luz de 1^m,20 á 1^m,30, y peldaños de piedra blanda sumamente desgastada, lo que hace la subida peligrosa. El primer cuerpo de campanas mide una luz interior de 4^m,60 y 1^m,40 de espesor los muros, y sobre este va otro cuerpo de campanas, en el que queda un gran retallo al exterior; ambos cuerpos presentan en cada costado dos ventanas con arco de medio punto, troneras escalonadas dan luz á la escalera, y la altura total resulta de desnuda esbeltez.

Las dimensiones de los ladrillos empleados en su construccion son 0^m,35 X 0^m,16 X 0^m,05, y los tendeles tienen 0^m,04. El mortero de cal está formado con arenas silíceas bastante gruesas, se halla perfectamente petrificado, y la fábrica en muy buen estado de conservacion.

Segun tradicion debió ser más alta esta torre, y se comprende por su falta de oportuno remate; pero se arruinó un trozo por la chispa eléctrica de una tempestad, y luégo se ha cubierto con armadura á cuatro aguas, cuyas maderas están ya en gran parte en estado de putrefaccion por abandono del tejadillo.

La torre conserva perfectamente su plomo, y arrancando del suelo con pronunciados taludes, se destaca airosa sobre el azul del cielo, con el que contrasta ventajosamente el parduzco rojo de la fábrica.

Es siempre la torre antigua de un pueblo de poco vecindario el más glorioso baluarte de sus modestos y tranquilos moradores; es el gigante que alza su corpulenta masa por entre sencillas y pobres viviendas, y atestigua con su ennegrecida frente la existencia de los antepasados; es la fe creyente de los campesinos, traducida en moles que cortan el espacio, la constante anunciadora de todos los sucesos notables, la que repica sus campanas en el nacimiento, alborozando una boda, ó dobla con siniestra vibracion por la muerte de los vecinos. Si hoy no se concibe un pueblo sin otras nuevas condiciones esenciales, ayer, á principios de siglo, no se concebía un pueblo sin torre, y aún en la época actual nadie se atreve á proclamar contra esas venerandas insignias del tiempo, que aún tienen útiles aplicaciones.

La torre de Zorita es además un género de reloj poco usado en los campanarios, y que á la ventaja de sus cualidades astronómicas une la de no descomponerse nunca ni variar la indicacion de la hora más importante de los pueblos agrícolas: una de las diagonales de la planta de la torre está perfectamente orientada, y la sombra sirve á los rústicos labriegos para determinar con toda exactitud la hora del mediodía.

No faltará lector malicioso que halle defectiva la *maquinaria* para los dias nublados; pero si los proce-

dimientos de la Gnomónica no pueden alcanzar otra cosa, ni es culpa del Arquitecto que orientó la torre, ni ha de evitarlo un simple pasajero.

JOSÉ GONZALEZ-CARVAJAL ALTÉS,
Arquitecto.

Sobre la determinación de los esfuerzos moleculares admisibles en las construcciones metálicas, bajo la base de los experimentos de Wöhler.

I.

En el breve período de medio siglo han tomado un desarrollo considerable entre nosotros las construcciones metálicas. Algunas ofrecen poca confianza, por la limitada duración que acusan. Los más famosos constructores que analizan los grandes resultados que para este género de construcción han podido alcanzarse, se preocupan del grado de estabilidad con que ordinariamente se las dota.

¿Cuál es, en efecto, este grado de seguridad? ¿Es duradero indefinidamente?

Hasta ahora ha sido uso general en la determinación de las dimensiones convenientes para la sección transversal de los miembros de una construcción en hierro ó en acero, introducir en los cálculos un *esfuerzo específico admisible* (llamado ordinariamente *esfuerzo unitario permanente*), fracción sensiblemente constante del *esfuerzo específico de rotura*. Este es el método de los antiguos ingenieros Muschenbroeck, Belidor, Buffon, Duhamel, Soufflot, Perronnet, Gauthy, Rondelet y otros, los primeros en introducir el método experimental, después que Galileo sentaba un siglo ántes las bases de la resistencia de los cuerpos sólidos.

Tal vez el esfuerzo específico admitido es una fracción constante del *esfuerzo específico límite de la elasticidad*, y éste es el método que más tarde desarrollaron Coulomb, Girard, Buleau, Tredgold, Lagerhjelm, Navier y otros, método tenido hasta hoy como el mejor, pero que sólo podía aplicarse á materiales para los que hubiese sido experimentalmente determinado el límite indicado.

Pero en ambos procedimientos es debido el grado de seguridad á pura intuición, ó á lo sumo, á algunas analogías con construcciones preexistentes, que han dado testimonio de su estabilidad.

Para las construcciones metálicas, este prudente acuerdo de referirse á las construcciones preexistentes para fijar el grado de seguridad de una construcción nueva no era posible en un principio. Cuando comenzaron á construirse los primeros puentes rígidos de ferro-carriles, no tenían los constructores precedente alguno que consultar; en los puentes colgantes, existentes ya en algunos caminos ordinarios, se admitía un esfuerzo máximo variable entre 1200 y 1600 kilogramos por cm^2 , y en los cables de hilo de hierro se llevaba, según el consejo de Navier, hasta 2000. En los puentes para ferro-carriles se escogía por intuición este esfuerzo admisible entre 600 y 900 kilogramos por cm^2 , y estos límites llegaron á ser aceptados universalmente. Para los puentes de hierro

encontramos prescritos en las diversas naciones los valores siguientes:

En Inglaterra.	Traccion.	Kilógs.	790
»	Compresion.	»	630
En Francia.	Traccion y compresion.	»	600
En Italia.	»	»	600
En Austria.	»	»	800
En Francia.	Traccion, compresion y corte	»	730
En América.	»	»	» de 703 á 844

Ahora bien, como observa concienzudamente el profesor Winkler, en un opúsculo sobre este argumento, aunque los indicados límites se deban á un criterio puramente práctico, no podrían modificarse sino con gran prudencia y en la medida que indicarían perfectos estudios experimentales. Y en efecto, si no ha habido tiempo para largos experimentos en las construcciones metálicas, no se han manifestado tampoco alteraciones nocivas que puedan atribuirse á exceso de material, y por otra parte no parece que pueda concederse un notable aumento al mismo, sin aproximarse mucho al límite de elasticidad, que se habría alcanzado ya si se duplicase el valor medio de los límites indicados.

Los procedimientos usados hasta el día son por tanto muy groseros, puesto que al asignar el esfuerzo específico admisible no se tienen en cuenta todas las circunstancias que influyen en el grado de seguridad de la construcción.

La falta de experimentos dirigidos á estudiar la influencia de estas variadas circunstancias, con el objeto de conocer la ley á que obedecen para poderla someter al cálculo, no ha permitido tener cuenta de ellas sino introduciendo un amplio límite de seguridad. De aquí se deduce la consecuencia de incurrir en un defecto de estabilidad que sería muy temible á la larga en construcciones metálicas especialmente, ó en un exceso de estabilidad que para las construcciones de suma importancia se traduce en mayor gasto.

Y que un defecto de estabilidad en las construcciones metálicas sería temible á la larga, es un temor fundado en la naturaleza misma de los materiales que se emplean. El hecho general de poderse agrupar diversamente las moléculas bajo la influencia de diversas acciones mecánicas y físicas, constituyéndose en un nuevo estado de equilibrio, es una propiedad especial de los metales para la que son posibles fenómenos que el constructor no puede prever siempre.

Así, escediendo el límite de elasticidad, aumenta considerablemente la resistencia á la rotura por tracción; la ductibilidad y la tenacidad disminuyen, y el material se hace más frágil y por consiguiente menos resistente á los choques. Según algunos experimentos hechos en el arsenal de Woolvich, una viga de hierro, sometida por cuatro veces á la rotura por tracción, presentó una resistencia variable entre 3520 y 4186 kilogramos por cm^2 , ó sea con un aumento de $\frac{1}{5}$. Bauschinger rompió por siete veces un trozo de hierro y la resistencia á la rotura aumentó desde 3200 á 4400 kilogramos por cm^2 , ó sea en más de $\frac{1}{3}$. Paget había probado que algunas cadenas de hierro, después de estiradas, soportaban mayor carga per-

manente que al principio. Fairbairne ha llegado á iguales resultados.

Ahora bien, el efecto que el trabajo del laminador, el martilleo y el temple producen en el hierro y en el acero es análogo al hecho de exceder el límite de elasticidad; la resistencia absoluta á la rotura aumenta, la tenacidad y la ductibilidad disminuyen.

Un efecto contrario produce el recocido, el que hace perder al material su resistencia absoluta á la vez que le hace más dúctil. Esto explica la observacion de Tunner (en Austria), el cual dice que la fragilidad de un metal endurecido por medio de manipulacion mecánica desaparece lentamente con sólo permanecer en estado de quietud. Por ejemplo, inmediatamente despues de pasado un hilo de hierro por la hilera se rompe con sólo doblarlo en ángulo obtuso, pero despues de pocos dias, y sobre todo al cabo de algunas semanas, crece su flexibilidad; y es que la manipulacion mecánica va acompañada de desarrollo de calor, el que se pierde lentamente dejando al material en reposo, lo que equivale á un ligero recocido. Y por esto sucede precisamente que el laminar en frio un metal no aumenta apénas la resistencia absoluta á la rotura y lo hace más frágil.

Kirkaldy encontró para la traccion un aumento desde 3220 hasta 6260, ó sea casi un doble, y con el recocido una disminucion hasta 3580 kilogramos. Styffe hizo martillar en frio una viga de hierro, recocida ántes para convertirla en dulce, hasta que la seccion se redujo á la mitad de la seccion primitiva, y encontró que la resistencia absoluta á la rotura por traccion se elevó de 3140 á 5830 kilogramos.

Pero laminando en frio el metal, se encuentra tambien que su resistencia absoluta á la rotura disminuye alejándose de la corteza externa, pues que la accion mecánica es mayor en la superficie. Por tanto, el laminado en frio no hace adquirir á todas las moléculas de una misma seccion un agrupamiento uniforme, y esto tanto más cuanto más grande, y relativamente, es el espesor del trozo que se trabaja.

Así se explica el porqué al labrar las espigas se encuentra una disminucion de resistencia que, segun los esperimentos de Kirkaldy, puede variar del 7 al 3 %, porque se aleja la parte superficial, endurecida por el trabajo mecánico, y el núcleo interior es menos resistente. Sin embargo, una parte de la disminucion de la resistencia es debida á los daños causados por las herramientas agudas; las espigas de Kirkaldy labradas con herramientas obtusas, resisten más que las otras, pues estas herramientas tienen un doble efecto: esponen el material á menos daños y producen cierto endurecimiento por la mayor presion que ejercen.

Esto aclara tambien por qué en los roblones de espigon aumenta la resistencia absoluta con la disminucion del diámetro, porque el trabajo mecánico ejerce entónces mayor y más uniforme influencia en todo el espesor.

De acuerdo con lo dicho, resulta, que si se ejerce una accion mecánica al mismo tiempo que la accion

del calor, ambas influencias opuestas deben equilibrarse, si no en todo, en parte, resultando que la resistencia absoluta gana sin disminucion de la tenacidad, ántes bien con su aumento. Teniendo la accion mecánica su efecto, la fragilidad que ésta tiende á producir es neutralizada por la ductibilidad debida á la presencia del calor, y por esta razon en Inglaterra se acostumbra á trabajar el hierro y el acero varias veces á fuego.

Si se suceden los dos procedimientos opuestos, no siempre se neutralizan los dos efectos; así es que Kirkaldy ha encontrado que la resistencia absoluta, despues del laminado con un recocido inmediato, supera todavía á la primitiva, lo que quiere decir que la influencia de la manipulacion mecánica es preponderante sobre la de la accion física del calor; de modo que cuando los dos tratamientos son simultáneos, el material gana en resistencia absoluta y en tenacidad.

Los efectos del temple son más sensibles en el acero que en el hierro, lo que depende esencialmente de su composicion química. Tresca, mediante el temple, llevó la resistencia á la rotura de dos especies de láminas de acero desde 5400 á 8784 kilogramos, y de 5764 á 8880 respectivamente. Wöhler cortó varios trozos de un eje de rueda de acero fundido al temple, y encontró que la resistencia absoluta de uno de ellos era 9209, y la de otro, recocido anteriormente, 7455, aclarando el mismo hecho otros muchos esperimentos.

La fragilidad que produce el temple, sobre todo en el acero, puede disminuirse y hasta anularse con el recocido, como se practica con algunos instrumentos que, despues de haber sido templados, se convierten en metal dulce calentándolos moderadamente y dejándolos enfriar lentamente.

Pero hay más; la composicion química del hierro y del acero tiene una gran influencia sobre su resistencia absoluta. Como observa perfectamente Weyrauch en este asunto, no tenemos una definicion precisa de la composicion del hierro, del acero y de la fundicion, y aún cuando tuviésemos hoy una que fuese exactísima, quizá ya no lo sería mañana, por los continuos progresos de la Metalurgia. Segun algunos, debiera contener el hierro 0,67 % de carbono; el acero, de 0,67 á 2 %, y la fundicion más del 2 %. Pero hay hierro que contiene hasta el 1 %, y acero que contiene menos de 0,25 %. Algunos dicen que el acero es el que se deja templar, no siendo susceptible de ello el hierro; pero el acero rico en fósforo y pobre en carbono no se puede templar, al paso que puede serlo el hierro batido, y en ciertas circunstancias hasta la misma fundicion.

El hierro químicamente duro se obtiene en pequeñas cantidades, y puede ser muy dulce ó muy frágil; la propiedad que lo hace útil á la industria, y especialmente á las construcciones, proviene del elemento carbono. Ahora, en el hierro y el acero, la parte de carbono produce en la resistencia un efecto análogo al que se obtiene aumentando el límite de elasticidad, ó con el trabajo mecánico: la dureza y resistencia absoluta á la rotura aumentan, la ductibilidad y la resistencia

contra los choques y las cargas variables respectivamente, disminuyen.

Crée Styffe que el máximo de resistencia á la rotura por tracción del hierro y del acero corresponde á la proporción de 0,80 % del carbono; y es de 1,20 % para el acero, según Bessemer y Uchatius, cuyo hecho concuerda con el resultado de otros muchos experimentos.

Según Karsten, un acero cuya proporción de carbono sea 1,20 % se deja templar al grado máximo, y posee al propio tiempo la mayor resistencia á la rotura por tracción. Para mayor proporción de carbono, puede llegar á ser más duro, pero disminuye la resistencia; con 1,75 % pierde casi por completo toda disposición á la soldadura; con 1,80 % aún se deja labrar en frío con el martillo, pero con bastante dificultad; con 1,90 % no es ya maleable, y con 2 % alcanza el límite entre el acero y la fundición, en cuanto se relaciona con sus propiedades.

Son dignos de mencionarse especialmente los experimentos de Bauschinger sobre el acero Bessemer (*Zeitschrift des bairischen Architekten- und Ingenieurvereins*, 1873), con trozos preparados espresamente con diversas proporciones de carbono, desde 0,14 al 0,96 %. La resistencia absoluta á la rotura por tracción presentó un aumento de 4430 á 8305 kilogramos por cm.²; la resistencia á la compresión de 4780 á 9890; la resistencia á ser cortado, de 3410 á 5820; y la resistencia á la flexión, de 7920 á 8480, con máximos intermedios de 9600.

El límite de elasticidad aumentó análogamente:

de 2950	á 4770
» 2775	» 5000
» 3750	» 4725.

Llevando sobre un sistema de dos ejes ortogonales las diversas proporciones de carbono como abscisas, y las resistencias á la rotura por tracción como ordenadas, los extremos de dichas ordenadas forman una línea representada por la ecuación

$$R = 4.350 (1 + K^2) \quad (1)$$

en la que K representa la proporción del carbono. Esta ecuación da con mucha aproximación los resultados de los experimentos de Bauschinger, y en general las resistencias medias á la rotura por tracción relativa á otros experimentos.

Proporción por 100 de las piezas de prueba.	Resistencia á la tracción.	Resultados de la fórmula (1).	RESISTENCIA		
			á la compresión	á ser cortadas	á la flexión.
0,14	4430	4435	4780	3410	7920
0,19	4785	4510	5390	3710	8600
0,46	5330	5270	6330	3585	8340
0,51	5600	5480	7000	4020	9300
0,54	5660	5620	6110	3930	8550
0,55	5650	5665	6170	4000	8825
0,57	5605	5765	6550	3645	9600
0,66	6295	6245	6550	4280	8600
0,78	6470	6995	7305	4140	8750
0,80	7230	7134	9670	4820	7645
0,87	7335	7640	8940	5000	7650
0,96	8305	8340	9890	5820	8480

Estos datos de la experiencia son ciertamente muy importantes, pero no pueden aceptarse en un sentido absoluto, porque falta aclarar la parte de influencia que puede tener la proporción de las demás sustancias que además del carbono se encuentran en el hierro y el acero: el fósforo, la sílice, el azufre y el manganeso ejercen, en efecto, una influencia notable.

El efecto del fósforo en sus proporciones es análogo al del carbono, es decir, que aumenta la resistencia á la rotura por tracción, eleva el límite de elasticidad y disminuye la resistencia á los choques. El hierro llega á ser frágil, de grano groseramente cristalino, y se rompe fácilmente con el trabajo en frío. Sobre el acero obra más desfavorablemente que sobre el hierro, y, según Greiner, un acero que contiene de 0,20 á 0,25 por 100 de fósforo posee poca resistencia para tener una aplicación técnica. Según él, el acero fosforoso se usaría útilmente en las vías férreas, porque se dificultaría su desgaste; pero en tal caso debe disminuirse la proporción del carbono, para impedir que haya dos influencias que tiendan de consuno á aumentar la fragilidad.

La sílice, según Sandberg, en Suecia, y Tunner, en Austria, obraría también de un modo análogo al carbono. Haswel la atribuye en el acero fosforoso la propiedad de neutralizar en parte la mala condición de la presencia de este último.

El azufre y el manganeso son las sustancias menos favorables para la aplicación. En estos últimos tiempos se ha discutido mucho acerca de la influencia de la temperatura sobre la resistencia del hierro y del acero. Si bien no está bien definida dicha influencia, parece evidente que la resistencia absoluta á la rotura tiene dos máximos, correspondiente uno á la temperatura bajo cero, y el otro á los 100° centígrados, y que es casi constante á la temperatura ordinaria.

Fairbairn, en sus experimentos sobre barras de hierro, encontró en un caso la resistencia absoluta á la rotura por tracción á 0°, igual á la correspondiente á +60°, y en otro, poco más de 1 por 100. Á +163° encontró un máximo de 14 por 100 mayor que á +18°, y según los experimentos de una Comisión del Instituto Franklin, de Filadelfia, la resistencia máxima de 15 por 100 mayor que la ordinaria caería bajo de +288°.

En los experimentos de Thurston á la torsión hubo aumento hasta los -12°; en los de Spence, á la flexión, hasta los -18° del 3,50 por 100 sobre la correspondiente á +15°.

Si después del valor máximo aumenta la temperatura, la resistencia á la rotura comienza á disminuir al calor rojo con mucha rapidez. En los experimentos de Fairbairn comenzó á disminuir á +202°; tal disminución era de 17 por 100 al calor rojo visible en la oscuridad, y de 34 por 100 al calor rojo oscuro ordinario; y según los experimentos de la mencionada Comisión del Instituto de Franklin, la resistencia á la rotura por tracción disminuía desde 0,34 por 100 á +575° hasta 0,67 por 100 á +700°. Bauschinger encontró 2700 kilogramos para la resis-

tencia á la rotura de una lámina batida en el sentido transversal á la direccion del laminado, con la temperatura ordinaria; 780 al calor rojo oscuro; y para el hierro laminado, en el sentido de la fibra, á la temperatura ordinaria, 4430, y al calor rojo oscuro, 750.

Segun estos resultados, la cuestion es de la mayor importancia para las construcciones en que el material está expuesto á un foco continuo, pero para las construcciones ordinarias á lo sumo debe tomarse en consideracion la influencia de un gran frio en la resistencia á los cambios repentinos de los esfuerzos, y especialmente á los choques. Pero si por el frio aumenta la resistencia absoluta á la rotura con las cargas permanentes, disminuye su resistencia á los choques, y así lo prueban los experimentos que con largueros de vía férrea ha llevado á cabo Sandberg, haciendo caer sobre ellos una esfera de 380 kilogramos; á -12° resistió como término medio $\frac{1}{30}$ de la altura de caída obtenida como límite para $+29^{\circ}$.

El descenso de la temperatura, hasta cierto límite, produce un efecto análogo al hecho de esceder el límite de la elasticidad. La composicion química y la misma temperatura en que se lleva á cabo la manipulación mecánica del material toman parte en este fenómeno; especialmente las sustancias estrañas que producen fragilidad en frio, aparecen más nocivas á baja temperatura. Así es que si en las vías férreas del Norte de Europa se producen mayor número de roturas en los dias más frios que en los más calurosos, para juzgar exactamente sobre las causas productoras del fenómeno, deberá tenerse tambien en cuenta la composicion química del material.

Ahora bien, si éstos son en general los efectos de los cambios instantáneos, ¿cuál será el efecto de las variaciones continuas y uniformes de temperatura?

Wöhler ha manifestado su opinion sobre este punto, diciendo: «que el movimiento de las moléculas producido por el calor repetido muchas veces obra sobre la destruccion de la constitucion del material, de un modo análogo á las oscilaciones producidas por los esfuerzos.» Spangenberg no lo créé así; Bauschinger lo supone posible, pero no le concede importancia.

Si la opinion de Wöhler fuese verdadera en el sentido absoluto del fenómeno, las variaciones continuas del mismo serian una causa de destruccion, no sólo para los metales, sino para todos los cuerpos sólidos en general. Sobre este punto, y en el estado actual de nuestros conocimientos, no es posible deducir consecuencias absolutas; pero volviendo á nuestro asunto, podemos afortunadamente afirmar, con Weyrauch, que las construcciones ordinarias para fábricas y puentes, espuestas relativamente á variaciones mínimas de temperatura, serian destruidas por otras muchas causas ántes que las referidas variaciones pudieran ejercer su influencia.

Y ahora, consignadas brevemente las diversas circunstancias que influyen en la resistencia absoluta del hierro y del acero, vamos á deducir las consecuencias prácticas.

En primer término se observa el resultado, no nuevo, pero puesto hoy en evidencia con las causas que lo producen, de que en el comercio y en los talleres se encuentran comunmente especies diversas de hierro y de acero, que presentan resistencias específicas diversas, segun su origen, su composicion química y los procedimientos de elaboracion. En el cuadro que sigue se reunen los resultados de numerosos experimentos, con el fin de evidenciar que dichas diferencias no deben despreciarse.

Indicacion de la materia.	RESISTENCIA Á LA TRACCION.	
	Media por cm. ²	Límites por cm. ²
<i>Poleni</i> en Roma para hierros planos.	4450	de 4100 á 5000
<i>Perronet</i> en Francia para hierros cuadrados.	4290	» 3270 » 5430
Id., id. id. redondos.	4220	» 3210 » 5630
<i>Soufflot y Rondelet</i> para hierros planos y cuadrados.	4680	
<i>Telfort</i>	4610	
<i>Brown</i>	3940	
<i>Seguin</i> , hierros planos.	4380	» 2970 » 5520
<i>Kirkaldy</i> , hierros redondos y planos.	4050	» 3780 » 4330
<i>Wöhler</i> , hierros redondos.	4110	» 3730 » 4530
<i>Styffe</i> , hierro dulce redondo.	3400	
Id., id. id. cuadrado.	3460	
<i>Navier</i> , planchas en el sentido de la longitud.	4080	» 3610 » 4540
Id., id. en el sentido perpendicular.	3640	» 3350 » 3950
<i>Styffe</i> , hierro laminado inglés procedente de tres talleres.	3910	» 2940 » 5100
Id., hierro laminado procedente de cuatro talleres.	3760	» 3170 » 4900
<i>Bauschinger</i> , hierro laminado.	3890	» 375 » 4140
Id., hierro de escuadra de 6 por 6 y 7 por 7 centímetros.	3195	
<i>Kirkaldy</i> , hierro de escuadra.	3850	» 2910 » 4310
<i>Wöhler</i> , hierro de clavos de Borsig.	5120	media de 2 esp.
Id., hierro inglés homogéneo.	4280	media de 3 esp.
<i>Buffon</i> , hilos de hierro.	6000	
<i>Telfort</i> , id.	6360	
<i>Seguin</i> , id.	6750	de 3820 á 8980
<i>Kirkaldy</i> , id.	6700	
Id., planchas en el sentido de la longitud.	3570	» 3210 » 3870
Id., id. en el sentido transversal.	3250	» 2920 » 3550
<i>Fairbairn</i> , plancha en el sentido del laminado.	3540	de 3080 » 4060
Id., id. en el sentido transversal.	3620	» 2940
<i>Bauschinger</i> , plancha en el sentido de la longitud.	2820	» 2600
Id., id. en el sentido perpendicular.	2730	» 2350
<i>Stevens</i> , América, plancha inglesa para calderos, en el sentido de la longitud.	4140	» 3890
Id., id. id.	2900	» 2320
Acero.		
<i>Kirkaldy</i> , acero procedente de nuevas fábricas.	6770	» 4930
Id., acero Bessemer.	7840	
<i>Wöhler</i> , acero Krupp, Borsig, Vickers, media de 11 experimentos.	6250	» 4020
Id., largueros de vía férrea, acero Krupp.	7380	
Id., acero Fish para instrumentos.	8400	
<i>Styffe</i> , acero redondo Bessemer, media de 8 experimentos.	7730	» 6880 » 8976

Indicacion de la materia.	RESISTENCIA Á LA TRACCION.	
	Media por cm. ²	Limites por cm. ²
<i>Styffe</i> , acero laminado Bessemer, cuadrado ó redondo.	6480	de 4550 » 9840
Id., acero fundido laminado redondo.	8910	» 7280 » 10170
<i>Bauschinger</i> , acero fundido en plancha Bessemer, en la direccion de la fibra.	5025	
Id., id. id. en el sentido perpendicular.	5180	
<i>Wülher</i> , acero fundido en plancha Krupp, direccion de la fibra.	5390	» 4900 » 5770
Id., plancha Borsig.	5040	
<i>Tresca</i> , acero fundido en plancha.	5400	
Id., sentido de la fibra.	5760	
<i>Stevens</i> , acero inglés, mejor calidad (media de 6 experimentos).	5880	» 5240 » 6090

Se deduce de esto que no debe adoptarse un material, especialmente en las grandes construcciones metálicas, sin que por experimentos directos se conozca su resistencia específica. Pero no basta esto, porque se deduce de lo espuesto hasta aquí que puede soportar un cuerpo, sin deformación permanente sensible, esfuerzos tanto más grandes cuanto más elevado es el límite de elasticidad. Y por tanto, será ventajoso en general elevar este último, porque de este modo cobrará el cuerpo su forma primitiva, aún despues de flexiones y estiramientos considerables. De esta propiedad hacemos un uso muy notable en los muelles.

Si el límite ordinario de elasticidad se tuviese para cada especie de esfuerzo y estuviésemos seguros de no excederlo nunca en las construcciones, sería conveniente y suficiente referirse en éstas al límite de elasticidad del material y tratar de que alcanzase el mayor valor posible. Pero si se excede el límite de elasticidad por la manipulacion mecánica y por el temple, con lo que el mismo límite y la resistencia á la rotura se elevan, disminuye la ductilidad y la tenacidad del material; y por esto el grado elevado del límite de elasticidad no es ya útil cuando tienen lugar los esfuerzos instantáneos, y especialmente los choques. Además, no podemos tener la absoluta seguridad de que en una construccion dada no excedamos dicho límite. Así, por ejemplo, en nuestros puentes de vigas en celosía, á causa de la distribucion poco uniforme de los esfuerzos en cada una de las piezas, puede excederse localmente este límite con facilidad, y es evidente que estas trasgresiones son ménos nocivas, si el material tiene suficiente resistencia, aún más allá del límite de elasticidad, y puede, sin embargo, ocurrir con gran lentitud una deformacion permanente tal, que corresponda á una distribucion aproximadamente uniforme de los esfuerzos sobre toda la seccion.

Conviene observar ahora que podemos exceder el límite de elasticidad con tanta más frecuencia, y en un grado mayor relativamente, cuanto más dúctil y tenaz es el material; y ocurre, además, que un mate-

rial muy tenaz y muy dúctil, á igualdad de resistencia á la rotura, resiste mejor á los choques y á los cambios instantáneos de los esfuerzos.

De todo lo dicho se deduce que, para la mayor parte de las construcciones debemos juzgar de la bondad del material, no sólo por la mayor resistencia á la rotura y por el mayor límite de elasticidad, sino tambien por su ductilidad y tenacidad.

Estas últimas propiedades se encuentran en mayor grado en una barra espuesta á la traccion de una carga permanente; cuanto mayor sea la traccion sin llegar al momento de la rotura, tanto mayor será la contraccion de la seccion en el punto de esta rotura, puesto que, como se sabe, un momento ántes de que tenga lugar se produce en su seccion un estrechamiento sensible, y el alargamiento local muy pronunciado que le corresponde es enteramente independiente del que siempre acompaña al hecho de exceder el límite de elasticidad, y que es aproximadamente proporcional á la longitud de la barra.

(Se continuará.)

CALES Y CEMENTOS DE CASALE MONFERRATO.

(Conclusion.)

VIII.

CEMENTO DE LENTO FRAGUADO (PORTLAND) DE LA SOCIEDAD ANÓNIMA.

El cemento de lento fraguado (Portland) fabricado por la Sociedad Anónima de Casale Monferrato, se dió al comercio há pocos años, y es el resultado de estudios é importantes investigaciones coronadas de un éxito lisonjero.

Su color es de un hermoso gris ceniciento, cuando está reducido á polvo, y al tacto resulta muy ligeramente arenoso; el peso de un litro de esta materia, no comprimida, varía entre 1^{kg.},500 y 1^{kg.},600, por lo que es el más pesado y mejor cemento que se conoce: mezclado con igual cantidad de arena, con la consistencia ordinaria, emplea de diez á veinte horas para fraguar, segun la temperatura. Dicho cemento puede adoptarse en los más variados trabajos, de los que más adelante se dirán los principales.

Del mismo modo que para la cal, continuamente se hacen experimentos en el laboratorio de la Sociedad sobre el cemento que produce, con objeto de que sea siempre de igual calidad y se evite así toda queja de los consumidores, cuyos experimentos versan especialmente sobre la resistencia á la presion y á la traccion; pero en vez de reproducir aquí los resultados completos que indican las resistencias sucesivas á que se someten los ensayos de este cemento, hemos preferido estampar los que obtuvo el profesor Curioni en el dicho laboratorio de la Real Escuela de Aplicacion de los Ingenieros, en el Valentino de Turin.

Cuando se confrontan los resultados obtenidos en los dos siguientes cuadros con los de otros cementos análogos, y especialmente con el cemento de lento fragua-

do de Vicat (1), se advierte que aquéllos son excelentes. En efecto, se observa que para el cemento Vicat la resistencia á la traccion alcanza á los 162 dias el máximo de 25 kilogramos por centímetro cuadrado, segun pruebas ejecutadas en el puente de Claix, cerca de Grenoble, y 27 kilogramos por centímetro cuadra-

do al cabo de cinco meses, segun esperimentos hechos por el mismo Vicat en sus establecimientos; y que la resistencia á la presion fué sólo de 190 kilogramos por centímetro cuadrado, á los diez y seis meses, en el puente Claix, y de 155 kilogramos por centímetro cuadrado y término medio en los talleres de Vicat.

CUADRO III.

Resistencia á la rotura por traccion del cemento de lento fraguado, de la Sociedad Anónima de Casale Monferrato.

Número de orden de los ensayos.	INDICACIONES DE LOS ENSAYOS.	Duración de los ensayos.	Superficie resistente Ω	Cargas de rotura T'	Coefficientes de rotura $R' = T' : \Omega$ por cm^2	Coefficientes medios de rotura. R'/m por cm^2
		Dias.	cm^2	Kilogramos.	Kilogramos.	Kilogramos.
1	Dobles T de cemento puro con la seccion minima de 0 ^m .04 por 0 ^m .04, sumergidas en el agua durante 20 dias y uno despues de su composicion.....	60	16	437	27,31	27,70
2		»	»	420	26,25	
3		»	»	469	29,31	
4		»	»	409	25,56	
5		»	»	480	30,00	
6		»	»	414	27,75	
1	Dobles T hechas con pasta de partes iguales de cemento y arena, con la seccion minima resistente de 0 ^m .04 por 0 ^m .04, sumergidas en el agua durante 20 dias y dos despues de su composicion.....	»	»	480	30,00	27,58
2		»	»	420	26,25	
3		»	»	410	25,62	
4		»	»	459	28,69	
5		»	»	439	27,44	
6		»	»	440	27,50	

CUADRO IV.

Resistencia á la rotura por presion del cemento de lento fraguado, de la Sociedad Anónima de Casale Monferrato.

Número de orden de los ensayos.	INDICACION DE LOS ENSAYOS.	Duración de los ensayos.	Superficie resistente. Ω	Cargas de rotura T''	Coefficientes de rotura $R'' = T'' : \Omega$ por cm^2	Coefficientes medios de rotura. R''/m por cm^2
		Dias.	cm^2	Kilogramos.	Kilogramos.	Kilogramos.
1	Cubos de cemento puro con lado de 0 ^m .04, sumergidos en el agua durante 20 dias y uno despues de su composicion.....	60	16	5800	362,50	330,83
2		»	»	5080	317,50	
3		»	»	6800	425,00	
4		»	»	4000	250,00	
5		»	»	5480	342,50	
6		»	»	4600	287,50	
1	Cubos de cemento hechos con pasta de partes iguales de cemento y arena, con lado de 0 ^m .04, sumergidos en el agua durante 20 dias y dos despues de su composicion.....	»	»	3840	240,00	262,08
2		»	»	4680	292,50	
3		»	»	3720	232,50	
4		»	»	4320	270,00	
5		»	»	4200	262,50	
6		»	»	4400	275,00	

Justo es, sin embargo, declarar que semejantes resultados sólo tenían un valor relativo, cambiando notablemente las resistencias con la calidad de la arena empleada en la fabricacion, con las estaciones del año en que se confecciona la mezcla, y hasta en el modo de prepararla; por lo que es necesario, para obtener una verdadera comparacion, que todos los ensayos se lleven á cabo en las mismas condiciones de arena y de tiempo.

El profesor A. Bertolli hizo el análisis químico del

(1) Cementos fabricados por la Sociedad Vicat y Compañía, Grenoble, 1877.

cemento de que se trata, obteniendo el resultado siguiente:

Arena	Kgs.	8,790
Acido silíceo	»	16,782
Cal.	»	46,592
Alúmina.	»	9,740
Protóxido de hierro y manganeso (indicios).	»	7,680
Magnesia	»	4,516
Acido carbónico no eliminado.	»	5,900
	Gramos.	100,000

De esta descomposicion se deduce que el referido cemento es muy rico en sílice, lo que hace resaltar su bondad.

El secreto para el mejor empleo del cemento de lento fraguado de la Sociedad de Casale consiste en mezclarlo en seco con la arena, de modo que la union llegue á ser lo más íntima posible: esta operacion puede hacerse á brazo si la cantidad es pequeña, ó bien con un mezclador movido por fuerza humana ó por fuerza animal. La forma de estos mezcladores puede ser muy variada, y nos limitamos á indicar la de un cilindro inclinado que gira alrededor de su eje y está provisto interiormente de láminas de hierro para facilitar la mezcla, cuyo sistema da buenos resultados.

IX.

APLICACIONES.

Son muy numerosas las aplicaciones que pueden hacerse del cemento de lento fraguado de la Sociedad de Casale, y especialmente deben emplearse en todas aquellas obras que hayan de soportar grandes resistencias de presion ó de traccion; pasemos á examinar la mayor parte de estas aplicaciones designando al propio tiempo el modo de usarlo.

1.º *Pavimento sencillo de cemento para aceras, pórticos, etc.*—El referido cemento es inmejorable para la formacion de tales pavimentos. En los grandes trabajos, cuando se emplean los cementos en las paredes, conviene darles la consistencia de los morteros ordinarios; pero tambien se puede reblandecerlos mojándolos un poco, y entónces aumenta su dureza futura, y su resistencia al desgaste aumenta tambien algo, que es lo que se hace precisamente en la construccion de los pavimentos de cemento en general.

Cuando se ha de ejecutar un pavimento de esta naturaleza, debe ántes asegurarse de la solidez del terreno en que ha de operarse, porque si éste cede ó hace asiento despues de la ejecucion, fácilmente se rompería el pavimento, siendo débil su elasticidad y grande quizá el peso que deba soportar.

Tomadas dichas precauciones, se prepara la argamasa destinada á recibir á modo de cama el mortero de cemento, que formará el pavimento propiamente dicho: la argamasa se compone con cinco partes ó más de guija machacada, y de una parte de cemento de lento fraguado, y despues de bien mezclado se echa en la caja preparada en el terreno para el pavimento, dándole un espesor de 10 á 15 centímetros, segun los casos, y finalmente se aplica sobre esta argamasa bien apisonada, y ántes de que fragüe, el mortero de cemento, compuesto de un volúmen de arena lo más silíceo posible, y no muy fina, y de otro volúmen de cemento. Para formar este mortero, se comienza por mezclar en seco dos volúmenes iguales de arena y de cemento, y se baña la mezcla ligeramente con una regadera, humedeciendo únicamente el monton y removiéndole luégo con la pala ó la batidera: se comprende que está bastante humedecida la pasta cuando, comprimiéndola con el dedo, conserva la impresion sin deformarse, ó en otros términos, el mortero de cemento de lento fraguado debe aplicarse sobre la argamasa al estado de arena húmeda. En tal estado puede extenderse y macearse fuertemente cuanto sea posible, lo que

ademas de la mayor dureza y resistencia que da al mortero, disminuye bastante las mermas á que están expuestos todos los morteros de cemento empleados en grandes superficies de pequeños espesores; conviene tambien evitar cuanto sea posible el romper la continuidad del pavimento, ejecutándole con losas aisladas perpendicularmente á la direccion del pavimento. Cuando el mortero de la superficie comienza á fraguar, se pasa por encima un rodillo de puntas regulares, de madera ó hierro, para que presente el grano de la piedra labrada á picon.

El último cuidado que debe observarse para el buen éxito de un pavimento de cemento, es el preservarlo de que pueda enjugarse demasiado rápidamente, y á este fin conviene, ántes del completo fraguado del cemento, y ántes de que comience á usarse el pavimento, cubrirlo con una capa de arena, que se procura conservar húmeda durante quince dias.

La cantidad de cemento necesaria para un pavimento en el que sea de 0,10 metros el espesor de la argamasa, y con una capa superior de 2 á 3 centímetros, es cuando ménos de 35 kgs. por m.²

Despues de muchos experimentos, encontró otro método la Sociedad, para obtener pavimentos de cemento más resistentes aún que los hechos con argamasa, para lo cual se sustituye ésta con un afirmado en seco con fondo de cascajo, sobre cuyo afirmado se vierte primero un mortero de cemento algo magro, y encima se extiende una capa como la ya indicada. La Sociedad, para hacer conocer las buenas cualidades de los pavimentos contruidos por este procedimiento, se encarga tambien de su construccion, y con tal propósito ejecutó importantísimos trabajos en la ciudad de Turin, en el ferro-carril del Alta Italia, y para los particulares. Basta, para nuevos encargos, dirigirse á la «Direzione della Società, in Casale Monferrato», la que se apresura siempre á satisfacer del mejor modo posible los pedidos. Puede variarse mucho el diseño de los pavimentos, y hasta darles un aspecto elegante.

2.º *Pavimentos de cemento, coloreados, para cámaras, salas, atrios, etc.*—Una modificacion en la construccion de los pavimentos de cemento es la de obtenerlos tambien con dibujo coloreado. Para esto basta, como en los pavimentos sencillos, preparar de antemano el subsuelo, la argamasa y el empedrado del modo ya indicado, allanándolo convenientemente; en el lecho superior se conserva el color natural del cemento en algunas partes, y para el resto que desea colorearse, procede dibujarlo de antemano en su sitio respectivo, y despues de compuestos los diversos emplastos de cemento y arena, que se quieren emplear, se estienden y baten debidamente ántes de que fragüe el fondo.

De esta manera, cuando se cuenta con operarios hábiles, pueden ejecutarse dibujos de muy buen efecto.

Debe advertirse, sin embargo, que pueden las materias colorantes disminuir la energía del cemento, por cuya razon no siempre se obtienen resultados tan seguros como para los pavimentos hechos con cemento natural.

3.º *Ladrillos de cemento.*—Otra aplicacion de mucha importancia del cemento de lento fraguado es la de poder emplearlo en la fabricacion de los ladrillos de cemento, naturales ó coloreados, y que sustituyen con gran ventaja á los ladrillos hechos con tierra cocida, prensada ó no. Los principales fabricantes de este género en la Italia superior, y particularmente en Milan, hacen grandísimo uso del cemento, y cuando se emplea éste absolutamente solo, se obtienen productos con las siguientes cualidades:

1.º Los ladrillos de cemento no se alteran á la intemperie, porque sobre ellos no ejercen ninguna influencia el frio y las altas temperaturas.

2.º Mejor que ningun otro material, preservan de la humedad y sanean los locales naturalmente húmedos.

3.º Presentan gran resistencia al desgaste, la que aumenta aún despues de un año de su fabricacion, segun resulta de esperimentos hechos.

4.º La conservacion de los pavimentos de ladrillo de cemento es muy sencilla, porque no produciendo polvo, como los de tierra cocida, basta lavarlos para tenerlos limpios.

5.º La ejecucion del pavimento y las reparaciones que ocurran pueden ser hechas por cualquier solador, sin que sea necesario ningun operario especial.

4.º *Tubos para conduccion de aguas, gas, etc.*—El mismo cemento de lento fraguado se emplea ventajosamente en la construccion de tubos para conduccion de aguas y gas, para letrinas, etc. La Sociedad tiene en sus establecimientos un taller conveniente para la ejecucion y venta de estos tubos, cuyo diámetro varía desde 0^m,05 hasta un metro. Quien desée adquirirlos dirijase á la Direccion, que enviará con premura las tarifas correspondientes y los dibujos necesarios, segun las aplicaciones.

La gran superioridad que presentan los tubos de cemento de lento fraguado sobre los de fraguado rápido, consiste en la mayor resistencia que ofrecen, sin que por esto sea mayor su coste, consideracion que debe tenerse muy en cuenta, sobre todo en las conducciones de fuerte presion: en las fértiles llanuras de la Italia superior, donde los terrenos son en gran parte regables, está muy extendido el empleo de estos tubos, aún en trozos de poca longitud, y en la sustitucion de acueductos, que ántes se hacian de fábrica, procedimiento mucho más dispendioso.

Se ha dicho que el precio de fabricacion de estos tubos es bastante módico, y por esta razon pueden sustituirse á los tubos de fundicion en la conducciones de aguas, y aún de gas, como se practica en otros países; pero á estas ventajas reunen otras, como la de no sufrir oxidaciones interiores cual los de hierro, por lo que estos últimos se enmohecen, sufren sedimentos, y acaban casi siempre por disminuir considerablemente su luz ú obstruirla por completo.

En fin, en la construccion de casas pueden sustituir con buen éxito á los tubos de tierra cocida en bajadas de letrinas y pozos negros.

5.º *Alcantarillas y puentes de una sola pieza con argamasa de cemento de lento fraguado.*—Ademas de los tubos cilíndricos, la Sociedad de Casale construye tambien en sus talleres arcos sencillos de dimensiones variables, que no exceden de un metro, los que se

usan en las pequeñas alcantarillas; pero si se trata de mayores luces, se construyen directamente en su sitio para pontones y puentes. Montada la armadura y la cimbra del arco ó de los arcos que se quieren construir, y puestas las cabezas de las cajas, se vierte dentro la argamasa del cemento de lento fraguado por capas bien apelmazadas, y de este modo se construye el arco con mucho menor espesor que el necesario en la ejecucion con materiales de piedra de talla; al des-cimbrar los arcos, ha probado la esperiencia que los asientos son de muy poca entidad.

En Francia, y sobre todo en estos últimos años, se han construido puentes de cemento Vicat para caminos comunales y nacionales, y puede mencionarse como importante el de 26 metros de luz, en Saillants-sur-Vif (Isère); es de suponer que en Italia, en que el cemento de la Sociedad de Casale ocupa merecidamente el puesto que el de Vicat en Francia, hagan aplicaciones análogas las personas técnicas, encargadas de la construccion de semejantes obras de arte.

6.º *Estípites, balaustradas, tinas para vino y para cerveza, depósitos para fábricas de lana y algodón, cobijas para albardillar paredes, etc.*—Innumerables son todavía las aplicaciones del cemento de lento fraguado de la Sociedad de Casale en las diversas necesidades de las construccion civil; en todos los trabajos de ornamentacion, como estípites, mohadillores, balaustradas, adornos, etc., se le puede emplear obteniendo objetos bastante más sólidos y duraderos que los formados con cementos de fraguado rápido, especialmente en objetos expuestos á la intemperie. Con este motivo observan algunos de los fabricantes que el cemento de Casale exige un gran número de formas en la confeccion de las piezas, sobre todo en las malas estaciones, en las que el fraguado es ménos rápido; este inconveniente se remedia por algunos, mezclando en las debidas proporciones cemento de fraguado lento con otro de rápido fraguado, ántes de unirlos á la arena; por este procedimiento pueden obtenerse con facilidad y pocos modelos, objetos que tengan á los pocos dias consistencia igual á los de cemento de fraguado rápido á los seis meses de su ejecucion.

El cemento de lento fraguado de la Sociedad de Casale se aplica tambien á la construccion de tinas para vino y para cerveza, sin que estos líquidos sufran ninguna alteracion, aún despues de estar en las tinas algunos meses. En los alrededores de Casale se construyeron varias, obteniendo los mejores resultados.

Se pueden construir tambien con el cemento de lento fraguado depósitos para fábricas de lana ó algodón, cobijas para las albardillas de las paredes, y otras labores que sería enojoso enumerar.

7.º *Piedras artificiales de cemento labradas con heramienta.*—La más bella aplicacion del cemento de lento fraguado es la construccion de piedra artificial, la que se puede labrar y alisar como la piedra ordinaria.

Para ello es preciso unir al cemento de lento fraguado la calidad de arena que por la esperiencia se sabe es precisa para obtener la especie de piedra que

se busca, lo que puede lograrse adoptando arenas silíceas, graníticas ó calcáreas de tintas diversás; formadas de este modo las masas de cemento, pueden luégo labrarse fácilmente con herramientas como la piedra ordinaria, pero con más facilidad, porque el endurecimiento máximo de aquélla tiene lugar dos años despues de su formacion.

La magnífica casa de campo, en Bioglio (Biella); el mercado Arnaboldi, en Pavía, y hasta cierto punto el pabellon que la Sociedad Anónima de Casale ha instalado en la Exposicion Nacional de Milán de 1881, son algunos, entre otros varios ensayos, que dan luminosa prueba de la belleza de este género de aplicaciones del cemento de lento fraguado.

Comunicacion del Sr. Reinhardt sobre el incendio del Ring-Theater de Viena.

Continuando los estudios sobre incendios en los teatros del *Genie Civil*, que dimos á conocer el año anterior, vamos á presentar la interesante comunicacion del austriaco Sr. Reinhardt.

El incendio que ha devorado el Ring-Theater de Viena, el 8 de Diciembre último, ha sido de todos los siniestros análogos el que ha producido las más deplorables consecuencias, porque el número de las víctimas que han encontrado en esta catástrofe una muerte espantosa, se estima, segun las últimas comprobaciones, en 447.

La profunda conmocion que la terrible nueva ha causado en todo el mundo civilizado se explica perfectamente, no sólo por un vivo sentimiento de piedad hácia las desgraciadas víctimas y sus familias, sino tambien por la inquietud de ver cómo se renuevan frecuentemente los mismos desastres, bajo la influencia de las mismas causas. Esta inquietud durará miéntras no se estudien profundamente las circunstancias que hacen tan funestas las consecuencias de un incendio en el teatro, y se tomen eficaces medidas para prevenir su repeticion.

Creémos por esto que, á pesar de cuanto se ha dicho sobre el particular, la esposicion de las condiciones técnicas en que ha tenido lugar la catástrofe del Ring-Theater, no sólo presentará el interés propio de la oportunidad, si que tambien útiles enseñanzas en la grave cuestion de la seguridad de los teatros.

Antes de abordar la materia, debemos hacer observar que la informacion abierta por las autoridades competentes para investigar las causas y circunstancias de la catástrofe, y la responsabilidad en que haya podido incurrir el personal, no ha terminado aún, y por tanto, nuestras noticias son susceptibles de rectificacion en sus detalles; pero estamos convencidos de que no sufrirá alteracion sensible en las conclusiones que se deducen del exámen de los hechos.

La fachada principal del Ring-Theater, que servia de acceso á los espectadores, da á la gran artéria de comunicacion de Viena, Ring ó boulevard circular que circunda el casco de la poblacion, en el emplazamiento de los antiguos fosos del recinto fortificado. Esta fachada mide 39 metros de largo; tiene en su

medio el vestíbulo de 8 metros de amplitud, y satisface á todas las condiciones deseables de fácil acceso.

La fachada posterior, que sirve de fondo á la escena, apénas contiene huecos, y da á la calle de María Teresa.

La fachada lateral de la izquierda da á la calle de Hess, forma parte de un cuerpo de edificio que contiene habitaciones y diversas salas, y está adosado á la sala del teatro, cuyos pasillos no dan, en su virtud, á la calle. El otro costado está contiguo á una casa particular y no presenta ninguna salida directa.

El emplazamiento del teatro ocupa una superficie de 1.800 metros cuadrados. Lo hizo construir una asociacion privada en el corto espacio de un año, segun los planos del arquitecto Emilio de Forster, y fué abierto al público en 17 de Enero de 1874, con el nombre de Ópera cómica.

El escenario y el patio estaban elevados un piso sobre el suelo. El espacio de debajo del patio debia servir para salida, y contenia ademas la caja armónica y el guarda-ropa. Habia en la sala ó patio dos galerías divididas en palcos, y dos galerías superiores en anfiteatro (1). Así es que el público estaba distribuido en la sala en cinco pisos, siendo el número de asientos 1.700.

El patio se hallaba servido por dos escaleras principales, que se dirigian á derecha é izquierda hácia el fondo del vestíbulo. Otras dos escaleras desembocaban en el vestíbulo del mismo modo, pero más adelante, ascendiendo á los pisos de las cuatro galerías, y dando á la fachada. Ademas habia una escalera de auxilio colocada en una caja estrecha hácia el medio de los muros laterales de la sala. Todas las escaleras estaban alumbradas por grandes ventanas dando al aire libre.

En la medida que permitia la estrechez del espacio se habian aplicado á la construccion del Ring-Theater los perfeccionamientos que la esperiencia y el progreso de la ciencia señalaban como generalmente recomendables. Así es que el escenario formaba un cuerpo de edificio distinto constituyendo una caja cerrada por tres lados con gruesos muros. La boca del escenario, ó abertura que da á la sala, estaba provista de un telon de rejilla metálica, que de nada sirvió en el incendio. Para proteger el escenario de un incendio, que desde el exterior pudiera haber prendido la cubierta, se habia construido un techo de palastro de hierro macizo, y para asegurar la ventilacion de la sala se habian instalado la chimenea de la araña y otra chimenea de tiro, que ventilaba los anfiteatros de la tercera y cuarta galería. Estas dos instalaciones, una que protegía el escenario, y otra que ventilaba la sala, produjeron, como se verá pronto, un efecto combinado desastroso, que no habia podido preverse.

Para el 8 de Diciembre se habia anunciado en el

(1) En una noticia publicada en 1875 (*Allgemeine-Bauzeitung, Heft 3 y 4, Wien*), expresaba el arquitecto su disgusto de haber sido obligado á proyectar una galería cuarta para colocar el número de espectadores exigido en el programa; resultaba de aquí el inconveniente de una altura exagerada de la sala con relacion á las demas dimensiones del edificio. Esta circunstancia ha tenido una influencia importante en la catástrofe.

Ring-Theater la segunda representacion de la opereta *Les Contes d'Hoffmann*. La funcion debia comenzar á las siete de la tarde, y siendo dia de fiesta en Viena, habia habido por la tarde representacion en el mismo teatro. Como ambas funciones se sucedieron, cual de costumbre, con poco intervalo, y la funcion nocturna exigia muchas decoraciones escénicas, el escenario, que tenia poca profundidad, se habia llenado de decoraciones en su parte superior. A las siete menos cuarto se procedió al alumbrado, que era de gas. El alumbrado de los sófitos se obtenia por medio de un conducto horizontal en el que estaban inertos los mecheros, y se procedia á la iluminacion por la chispa eléctrica; la disposicion del aparato era tal, que despues de abrir la llave del conducto del gas, se encendia en una extremidad del techo el gas que se escapaba, y la llama se propagaba de mechero en mechero á lo largo de dicho tubo. Pero esta operacion no siempre se ejecutaba de primera intencion; se manejaba entónces la llave reguladora, para aumentar ó disminuir alternativamente la presion del gas, y despues de reiterados ensayos, se lograba el alumbrado completo. Como durante esta operacion seguia escapándose el gas por los mecheros abiertos, al encenderse éstos se producía una llama más ó menos considerable, en la que, por efecto de la costumbre, no se veía ya ningun peligro. Esta llama fué la causa del incendio del 8 de Diciembre, porque, ya sea que la operacion de encender durase más que de ordinario, ya que la presion del gas fué más grande en un dia en que estaban cerrados los comercios de la poblacion, ya, en fin, que los frisos volantes estuviesen demasiado próximos á la caja que contenia la conduccion del gas, es lo cierto que el fuego se comunicó á una tela, y se propagó de decoracion en decoracion con gran rapidez. El personal del escenario creyó sin duda poder dominar el fuego, y sea por esto ó por simple olvido, nada se previno al público de la sala acerca del inminente peligro que le amenazaba; no se tocó el boton de alarma en comunicacion eléctrica con el depósito central de las bombas de incendio, ni se bajó el telon metálico. Al ménos, esto es lo probable, ya que no sabido, y lo único desgraciadamente cierto es que nada se hizo de lo enumerado, y que los aparatos instalados en la prevision de un incendio no funcionaron.

Miéntas el fuego abrasaba el telar y ganaba rápidamente todo el escenario, el público continuó afluyendo á la sala. Esta situacion, en que la sala sólo estaba separada del foco del incendio por el telon ordinario de tela, duró, segun distintas evaluaciones, de cinco á diez minutos, espacio de tiempo suficiente para evacuar la sala entera.

A las seis y cincuenta minutos se produjo una corriente de aire tan intensa, á consecuencia de la apertura de la gran puerta de comunicacion entre el fondo del escenario y la calle, que se hinchó el telon levantándose y desgarrándose. Entónces afluyó la llama al boquete abierto, y un humo espeso invadió la sala, los pasillos y las escaleras.

El espanto del público convirtiéndose en pánico cuando un instante despues se extinguió el gas, y todos los sitios en que no penetraba el resplandor de la llama quedaron sumergidos en profunda oscuridad, porque no se habian colocado en pasillos y escaleras luces suplementarias de aceite.

Los espectadores, desesperados, buscando á tientas una salida, sólo encontraban la muerte bajo las formas más horribles: la llama los devoraba, miéntas la sofocacion y el aplastamiento de la multitud hacinada, la asfixia por el humo y los gases deletéreos, acentuaban más y más las tintas de este cuadro desgarrador. Los espectadores de los palcos y del patio, que áun eran pocos, lograron ganar la salida en su mayor parte, pero la funcion en boga que se daba aquella noche habia atraído á los pisos superiores una concurrencia compacta: se habian vendido 600 billetes para las galerías tercera y cuarta, y todos los asientos estaban ocupados. Hubo casi tantas víctimas como espectadores en ambas galerías.

A pesar de que el teatro sólo estaba separado por una sola casa del edificio de la Direccion de Policia, los socorros pedidos, ya muy tarde, no llegaron hasta las siete, es decir, quince ó veinte minutos despues de la explosion del incendio, ó diez minutos despues de la invasion de la sala por las llamas. Los bomberos del primer tren de socorro no encontraron ya fugitivos; un lúgubre silencio y una oscuridad completa reinaban en los pasillos de la planta baja y en el primer piso, donde áun podia penetrarse á pesar del humo.

El público que ocupaba los alrededores del teatro, y los agentes de seguridad, afirmaban que la sala estaba vacía y que todos se habian salvado, excepto un grupo que se habia refugiado en el balcon de esquina del primer piso.

En este balcon se veía estrecharse una masa compacta pidiendo socorro; se logró acallar á estos desgraciados hasta que se desplegara una tela de salvacion, que se apresuraron á mantener tendida debajo del balcon algunos hombres de buena voluntad. Unas sesenta personas intentaron dar el salto peligroso y se salvaron; se trasportó en seguida la tela al ala derecha de la fachada principal, donde áun se recogieron algunos allí refugiados. Este medio de salvacion, que apenas se habia tenido ocasion de aplicar anteriormente, fué el único eficaz en la catástrofe del Ring-Theater.

Durante esta escena, los bomberos, provistos de antorchas, intentaban penetrar en la parte del edificio ocupado por la sala, pero fué imposible llegar á la galería segunda, porque las antorchas se apagaban y el aire era absolutamente irrespirable.

Puede asegurarse que al llegar los primeros socorros ya no quedaba ni una sola persona viva en el teatro.

Hasta una hora despues, en que las llamas consumieron una parte del techo de la sala y encontró salida el humo, no fué posible penetrar en las escaleras y en los pasillos de los pisos superiores. Un espectáculo horrible se ofreció entónces. Cadáveres amontonados

en diversos puntos; unos en las vueltas de las escaleras, otros detras de las puertas. El enlace de los cuerpos era tan grande, que queriéndolos separar se arrancaban los miembros. Casi todos debieron sucumbir por asfixia; en algunos la plácida expresion de la fisonomía indicaba que la muerte habia sido instantánea; se recogieron 144 cadáveres, en que la carbonizacion no habia borrado los rasgos y facciones, pudiendo ser reconocidos. Pero era imposible penetrar en la galería cuarta, que por completo fué devorada por las llamas.

Se pasaron varios dias ántes de que el incendio se extinguiese por completo y pudiera comenzarse el desescombro de las ruinas. Los restos de los cuerpos carbonizados que se encontraron en esta operacion habian perdido la forma humana, y por esta razon no puede comprobarse con toda exactitud el número total de las víctimas. Sólo se ha obtenido la identificacion de 153 cadáveres, estimándose el resto por la estadística más ó ménos auténtica de las personas desaparecidas despues del siniestro.

Tras la descripción sumaria que acabamos de hacer de la catástrofe, debemos hacer resaltar las causas que han favorecido el desarrollo del incendio, y que han agravado sus consecuencias.

Estas causas son de dos especies: las que se refieren al personal del teatro, y las que se relacionan con la construccion y accesorios del mismo, principales causas, á no dudar, que han predominado en el caso actual.

No volverémos sobre el defecto, ya mencionado, del aparato del alumbrado, que ha sido la causa primordial del siniestro. Citamos únicamente, para no omitir nada, una version que asegura que la falta de espacio para suspender los frisos y los telones de fondo ha sido la causa de que algunas telas estuviesen demasiado próximas á los mecheros de gas. Los principios de incendio son muy frecuentes en los teatros, y en la generalidad de los casos el personal especial encargado de la maniobra de los aparatos contra incendios sofoca fácilmente el fuego ántes de que hayan podido propagarse las llamas. Este personal especial faltaba en el Ring-Theater; además, las galerías del telar se comunicaban con el escenario únicamente por escaleras verticales; el personal ocupado en estas galerías se vió obligado á saltar al escenario, y tres obreros perecieron entre las llamas.

No habiendo podido sofocar el fuego en su origen, debió tratarse de localizarle en la escena, y precisamente la construccion del edificio se prestaba perfectamente á este aislamiento. Para ello era necesario bajar el telon metálico, pero no se pensó en esto en tiempo oportuno, y cuando se quiso ya no fué posible.

Este abandono, unido al de no haber llamado á los bomberos desde que se inició el peligro, dió al accidente el carácter de un desastre.

El telon metálico seguramente no hubiese podido resistir mucho tiempo á la destructora accion de las llamas, tampoco hubiera impedido por completo la introduccion del humo en la sala, pero con sólo haberse

retardado algunos minutos este efecto hubiera logrado el público ganar las salidas. Como el primer tren de bomberos llegó al lugar del siniestro cinco minutos despues de haber sido llamado, es de suponer que si el aviso hubiera sido oportuno, los bomberos hubieran estado presentes en el momento en que el público se apercibió del peligro, y la evacuacion se hubiese efectuado en buenas condiciones.

La invasion de la sala por los productos de la combustion y la propagacion del fuego fueron favorecidos por el tiro de las chimeneas de ventilacion, así como por la circunstancia de que el escenario estaba cubierto por un techo hermético. Para conjurar el peligro de los espectadores, hubiese sido preciso, por el contrario, una chimenea de poderoso tiro sobre la escena, y mejor aún un telon metálico lleno que trasformase la escena en un espacio herméticamente cerrado. Ya hemos mencionado el dañoso efecto que causó la apertura de una puerta situada en el fondo de la sala.

La extincion del alumbrado de gas en los pasillos y escaleras produjo un efecto desastroso. La evacuacion de la multitud, expuesta ya á un peligro inminente de asfixia, fué retardada por la oscuridad, y bien pronto detenida por completo. El alumbrado de aceite que, segun el reglamento vigente, debía suplir al gas, faltaba en absoluto. Aun no ha podido probarse á qué causa se debió la extincion del gas, pero es probable que el temor de ver acrecentado el peligro por una fuga de gas inspirase la resolucion de cerrar la llave del contador del conducto escénico, y, por un movimiento irreflexivo, se cerrase al mismo tiempo el conducto distinto que servia la sala y los pasillos. Además, los contadores tenian un emplazamiento desventajoso, cerca del escenario y del foco del incendio.

Como acabamos de ver, la incuria de la administracion y las falsas maniobras del personal del teatro explican suficientemente la gravedad de las consecuencias del incendio del Ring-Theater. Pero estas consecuencias ¿no hubieran sido atenuadas por disposiciones constitutivas diferentes de las que habian sido aplicadas? Esta es la única cuestion de interés general á que nos falta responder.

Conste desde luégo que el Ring-Theater no estaba mejor ni peor dotado que la mayor parte de los teatros construidos hasta estos últimos años.

El programa impuesto al Arquitecto le causaba sujecion extrema. El emplazamiento elegido tenia una superficie tan restringida, que era imposible dar á la escena la profundidad conveniente.

Con motivo de la ausencia ó de lo insuficiente de la ventilacion bajo las armaduras de cubierta del escenario, reinaba en esta region una temperatura extremadamente elevada, que hacia imposible la estancia en este sitio y aumentaba la combustibilidad de las materias. No creémos que el empleo de la carpintería de madera haya facilitado la propagacion del fuego; las grandes piezas de madera no arden con llama, se carbonizan lentamente y no se deforman bajo la accion del calor, como sucede con el hierro y con el palastro.

En cuanto á las salidas de la sala eran en rigor

suficientes; desgraciadamente, como acontece con frecuencia, estaban cerradas muchas puertas, y su existencia, lejos de ser útil, indujo al público á un desastroso fin. Una circunstancia, que merece ser observada, prueba que lo que impidió á la multitud ganar la escalera no fué la falta de salidas, sino la gran cantidad de espesísimo humo; se ha encontrado en una escalera un grupo de cadáveres en situación que prueba que este grupo trataba de bajar las escaleras, y fué rechazado por el humo que provenia de la abertura del piso inferior.

El peligro se hubiera atenuado muchísimo si las escaleras y corredores hubieran tenido grandes ventanas que diesen al aire libre en vez de estar comprendidos entre muros macizos. Pero para esto debia haberse construido el teatro sobre emplazamiento libre en todo el perímetro, y renunciar á sacar partido de la fachada lateral para habitaciones, adosando á la sala un cuerpo de edificio que le separaba de la calle.

La disposición del teatro real de Dresde presenta un excelente ejemplo de una sala rodeada de un pasillo concéntrico que da directamente á la fachada en semicírculo, que acusa por su forma la de la sala que contiene. Análoga disposición ha sido adoptada por el arquitecto Baron de Hasenauer, encargado de la construcción de la nueva Comedia, en Viena. Este teatro, sin terminar aún, presentará además otra innovación, cuya inmensa utilidad hace resaltar la catástrofe de Ring-Theater; á los dos lados de la sala se elevan dos alas con dos escaleras en línea recta, que se elevan hasta la altura de las primeras galerías.

Insistimos sobre la importancia de una escalera sin cambios de dirección. Si la escalera en hélice presenta el inconveniente de transmitir fácilmente los empujes y obstruirse con las masas, la escalera de mesetas y vueltas se opone también á una evacuación regular, á causa de los cambios de velocidad y de dirección que provoca en el público. En la oscuridad las mesetas de vuelta dan lugar á los más graves accidentes, porque la masa del público va á chocar contra el muro que enfrenta con cada tramo. El alumbrado atenúa este peligro, sin hacerlo desaparecer por completo. Lejos de nosotros el pensamiento de un tipo único que pueda satisfacer él solo á las condiciones de seguridad largo tiempo despreciadas en la construcción de los teatros.

El arquitecto que no esté limitado por el presupuesto ni por el emplazamiento encontrará los más variados medios de conciliar la seguridad con la elegancia y la comodidad. Pero con frecuencia obligará al porvenir como el pasado á tener en cuenta la economía en el gasto de construcción, y entonces el problema será más difícil de resolver. El porvenir de los teatros estriba precisamente en esto; se verá comprometido si no se llega á tranquilizar al público con disposiciones que ahuyenten todo temor de peligro, sin imponer condiciones tales á la construcción y menaje de los teatros, que excluyan desde luego toda explotación lucrativa.

EL INCENDIO EN LOS TEATROS.

El Figaro, de París, publica un curioso documento que permite apreciar los progresos realizados desde hace un siglo en las precauciones que se toman en los teatros para prevenir los incendios. Nada de particular enseña, pero no deja de presentar cierta curiosidad.

En 1775 la Comedia francesa ocupaba provisionalmente, hacia cinco años, la sala de las máquinas del palacio de las Tullerías, y el fuego habia amenazado varias veces devorar el teatro. El conserje Deplau dirigió, en su consecuencia, á la *Junta de Comediantes* una serie de representaciones para casos de incendio, que muestran en qué foco de materias combustibles interpretaban los Lekain, los Molé y los Préville las obras maestras de Voltaire y de Beaumarchais. El título de esta Memoria era: «Representaciones que el Sr. Deplau hace á los señores Comediantes franceses», y á continuación extractamos lo más esencial de ella:

1.º Pide que se construyan seis toneles, de un mozo de cabida cada uno, y se distribuyan en los telares dos á cada lado, uno debajo de las tablas y otro en el gran vestíbulo;

2.º Que se disponga de tres ó cuatro cubos colocados en el almacén del anfiteatro;

3.º Que los mozos del teatro deben apagar las estufas del *foyer* todas las noches despues de la función, como lo hacian en el faubourg Saint-Germain;

4.º Que se pongan dos brazos con bujías en los dos palcos de proscenio, en vez de las velas de sebo que se usan, en razon de que éstas son menos sólidas;

5.º Que se limpie el taller de carpinteros, lleno de virutas, serrin y polvo hasta una altura considerable, por donde precisamente pasan varios tubos de chimenea poco sólidos;

6.º Que se ponga una lámina de hierro en el cuarto de la señorita Constanza Cholet, primera bailarina, en vista de que su criado vacía sobre la madera las cenizas de la estufa y el brasero;

7.º Que se ordene á Faucheron y sus compañeros limpien las vasijas de los velones, que están llenas de hollin, el que se prende, y cayendo, puede producir un incendio;

8.º Que de entre los mismos vigile uno, cuando ménos, en las repeticiones de los bailes despues de la comedia, y cuide de las luces hasta que terminen dichas repeticiones;

9.º Que los mismos apaguen en la escena todas las luces al final de la función, contra lo que observo en mis frecuentes visitas;

10.º Que se saquen del teatro los apagaluces que suelen dejarse apoyados contra las pilastras de decoración y han producido fuego más de una vez.

Todas estas precauciones apuntadas por Deplau fueron decretadas por apostillas al margen de la representación en la sesión de la Junta del Viérnes 15 de Diciembre de 1775. Se aumentó en ellas el número de cubos á cuatro docenas, y consignó la compra de una bomba de mano; se ordenó que la señorita

Constanza se vistiese en el cuarto de las bailarinas, que se reduciría; se dispuso que se tuviera un cubo con agua para mojar los apagaluces, y que no se apagasen las luces soplando, sino con una esponja, cuidando de despabilar los velones.

Más tarde en la nueva sala (Odeon), tenían lugar la misma incuria y las mismas imprudencias. En 1799 se quemó este nuevo teatro, y su incendio fué la causa determinante de la reunion general de los comediantes franceses en el teatro de la República, que no ha sufrido siniestro en ochenta años que tiene de existencia, gracias á las incesantes y minuciosas precauciones que se toman noche y dia.

Estos apuntes históricos demuestran bien á las claras los importantes progresos llevados á cabo desde fines del último siglo, relativamente á la cuestion que nos ocupa, pero tampoco dejan duda ni un solo momento de que son inútiles todos los perfeccionamientos actuales y los que puedan sobrevenir, sin un riguroso método en el servicio, y una exquisita vigilancia ejercida por la Administracion, base esencial de todo sistema de precauciones.

DIFUSION DE LOS SOLIDOS.

M. Colson ha presentado á la Academia de las Ciencias, de París, en las sesiones de 26 de Diciembre de 1881 y 2 de Enero de 1882, una Memoria sobre la difusion de los sólidos. De sus trabajos deduce una ley que puede enunciarse así : *A una temperatura dada corresponde un coeficiente constante de difusion del carbono en el hierro.* Esta ley no varía hasta la trasformacion del hierro en acero; cuando la fundicion comienza á formarse, es decir, ántes que el hierro se convierta en quebradizo, la absorcion de carbon por el hierro disminuye.

Entre los cuerpos que se difunden más fácilmente en el carbon, figura en primera línea la sílice.

En las mismas sesiones ha presentado otra Memoria M. Violle, sobre la difusion del carbono, estudiando especialmente la difusion en la porcelana, fenómeno que se produce á 1500°.

UTILIZACION DE LAS ESCORIAS DE LOS ALTOS HORNOS.

M. A. Gounot, ha presentado un interesante estudio sobre el aprovechamiento de las escorias de los altos hornos, cuyos puntos principales indicaremos á continuacion.

Un alto horno da por término medio 42 toneladas de hierro cada veinticuatro horas, y produce en el mismo tiempo 67.200 kilogramos de escoria, ó sean próximamente 25.000 metros cúbicos anuales, cuya enorme cantidad almacenada con un metro de altura, cubriría dos hectáreas y media. Se evita la necesidad de ocupar tan gran extension amontonando la escoria, pero en este caso ha de recurrirse á los chirriones y vagonetas, lo que, á razon de 1,50 francos por

metro cúbico en las vagonetas, y de 2 á 2,50 en los chirriones, grava la tonelada de fundicion de 1,80 á 1,90 francos de gasto, absolutamente perdido é improductivo.

Muchos medios se han intentado para remediar tal estado de cosas; pero ántes de enumerarlos conviene hacerse cargo de la composicion química de este producto accesorio de la fabricacion del hierro, porque todo depende de ella. Blancas, negras ó coloreadas, pedregosas ó pulverulentas, las escorias son siempre silicatos y aluminatos de hierro más ó menos complejos, que su densidad separa del metal en liquefaccion.

Hé aquí algunos análisis medios :

	1	2	3	4
Cal.	20,41	29,50	50,00	49,30
Sílice.	70,23	41,00	33,00	40,10
Alúmina.	6,37	25,15	10,87	10,40
Magnesia.	»	1,20	0,37	»
Oxido de manganeso.	2,70	2,05	0,52	»
Protóxido de hierro.	0,15	0,30	2,61	»
Azufre.	»	0,14	2,06	»
	99,86	99,34	99,43	99,80

(1) Escoria de alto horno con madera para la combustion, mineral arcilloso con 32 % de hierro. Fundicion gris de moldadura.

(2) Escoria de alto horno con madera, mineral en grano con 49 % de hierro. Fundicion de afinadura.

(3) Con coke-mineral de la isla de Elba, con 62% de hierro. Fundicion gris de afinadura.

(4) Con coke-mineral hidratado, con 37 %. Fundicion núm. 1 de moldadura.

La composicion de estas escorias presenta tal irregularidad, que es imposible pensar *à priori* en emplearlas sin mezcla con otras sustancias, ó con objeto de utilizacion puramente química.

Se han ensayado los siguientes empleos :

1.º Empedrado de caminos. El inconveniente consiste en que estos cuerpos vidriosos y sin gran cohesion se pulverizan, y el viento los levanta y esparce.

2.º Empleo en bloques para la construccion de diques.

M. Fowler ha hecho un ensayo de este género en Middlesborough, para detener las inundaciones del Thees; al objeto se echaba la escoria en vagonetas cúbicas de hierro, y la contraccion del enfriamiento la desprendia de las paredes. Es de temer que el agua, y sobre todo el agua de mar, produzca á la larga una descomposicion parcial, capaz de ocasionar hundimientos en las construcciones establecidas.

3.º Fabricacion de empedrados.

MM. Montefiare y Sepulcre cuelan la escoria en fosas tronco-cónicas, tallándose en seguida en forma cúbica los trozos obtenidos.

4.º Fabricacion de fieltro mineral.

Cuando se cuele la escoria se somete á la accion de una corriente de aire muy violenta, dando filamentos lanudos que se emplean para cubrir los tubos

de vapor y las calderas, con objeto de evitar la pérdida de calor.

5.º M. Bashley Brittan se ha propuesto obtener vidrio para botellas bastas ú ordinarias, fundiendo la escoria en el horno Siemens con determinadas proporciones de arena ó álcali. Este género de empleo no ha dado grandes resultados, gracias á la irregularidad de composicion de la materia primera principal.

M. Minary, y despues de él M. Lürmann, han tenido la idea de reducir á granos la escoria, haciéndola caer en una corriente de agua fria incesantemente renovada. Se obtiene de este modo una especie de arena menuda, de fácil desagregacion, de la que puede hacerse uso en la agricultura para mejorar la calidad de algunos terrenos, ó emplearse para la fabricacion de morteros y ladrillos por la agregacion de cal ó de yeso.

M. Fabre, ha instalado una fabricacion de ladrillos, basada en esta mezcla de la escoria así preparada y la cal. Los cementos romanos hidráulicos llamados cementos Portland, contienen próximamente de 25 á 30 % de arcilla y 65 % de cal: para la misma proporcion de arcilla, la escoria da de 23 á 28 % de cal.

Puede, por tanto, concebirse la posibilidad de obtener un producto de buen fraguado, añadiendo la cantidad de cal necesaria, que es lo que ha hecho M. Fabre. Mezcla las materias constitutivas y las reduce á pasta bajo la accion de una corriente de agua, moldeando despues á la presion de 150 kilogramos por centímetro cuadrado, lo que reduce los bloques á 60% de su volúmen primitivo; despues se los seca por el método ordinario, durante un mes poco más ó menos.

Segun M. A. Gounot, la resistencia de estos ladrillos es de 100 á 150 kilogramos por centímetro cuadrado, superior, por consiguiente, á la de los mejores ladrillos de Borgoña. Su precio en venta en el sitio de produccion es próximamente de 37 francos el millar.

Las dimensiones adoptadas son: 0,22 × 0,11 × 0,063. Entran 588 en el metro cúbico, y pesa 1.900 kilogramos. Su empleo en la albañilería puede calcularse como sigue:

Por metro cúbico de fábrica de albañilería..	500 ladrillos.
» cuadrado de panderete.	35
» » de panderete doble.	70
» » de sogá.	68
» » de tizon.	136

Digamos, en conclusion, que la cuestion de aprovechamiento de las escorias, bajo la forma de ladrillos y tejas, preocupa en Francia á algunos de los más distinguidos arquitectos é ingenieros de aquel país.

Conviene esperar el resultado de la tentativa práctica de M. Fabre, seguida de cerca por otros varios, cuya realizacion ejercerá sin duda gran influencia económica en la Metalurgia.

El proyecto de Exposicion Internacional en Berlin.

Aunque se habla de ese proyecto de Exposicion, cúmplenos decir á nuestros lectores lo que hay de verdad en este asunto.

Á pesar de las numerosas Exposiciones locales, provinciales y especiales que se han verificado en muchas de las principales ciudades de Alemania, todavía no ha tenido lugar en dicho Imperio una verdadera Exposicion Internacional Universal en el trascurso de treinta y un años que hace se verificó la apertura de *World's Faire* en Hyde Park (Londres) el año 1851.

Berlin es la única ciudad de su importancia, pues cuenta más de un millon de habitantes, que ha dejado pasar el primer período de Exposiciones Universales sin haber tenido el valor suficiente para llevar á cabo por sí misma una empresa de este género. No cabe duda que hay grandes tendencias en dicha capital y en todo el Imperio para llevar á feliz término la apertura de la primera Exposicion Universal. En la última sesion que celebraron las Cámaras de Comercio alemanas, que tuvo lugar hace pocas semanas en Berlin, se aprobó por gran mayoría de votos una proposicion que favorece la realizacion de dicho proyecto. Numerosas é importantes voces se han hecho oír por medio de la prensa, especialmente de poco tiempo á esta parte, en favor del mismo asunto.

Como en Alemania sucede que todo depende del Gobierno, y se crée, aunque anticipadamente, que una Exposicion de este género en Berlin se llevaria á cabo en tal escala que produciria un déficit financiero, nadie se atreve á llevar á cabo esta idea hasta tanto que el Gobierno no se encargue de ello, pues es un principio aparente adoptado por todos el que el Gobierno es el que debe sufrir la pérdida. Recientemente se expuso por una persona en las columnas del periódico *Gegenwart* la idea de nombrar fiadores particulares, como se hace en Inglaterra, en el caso de que el Gobierno se niegue á realizar dicho proyecto; pero nadie ha respondido aceptando su idea.

El viérnes de la semana pasada se llevó la cuestion al Parlamento imperial aleman y se interrogó al Gobierno acerca de sus proyectos. Contestó el Secretario de Estado del Interior, *Herr von Bottecher*, en nombre del Ministerio imperial, y su discurso dispó las ilusiones que pudieran tener algunos sobre su realizacion.

En resúmen, el proyecto de una Exposicion Internacional en Berlin se ha desechado, si no para siempre, al ménos por largo tiempo.

Madera artificial de construccion á base de tierra cocida.

En América va progresando la fabricacion de los materiales de construccion, artificiales, destinados á sustituir á la madera y formados de

Aserraduras de madera resinosa.	1 á 3 partes.
Kaolin lavado.	1 »
Agua.	hasta lograr pastosidad.

La cantidad de aserraduras de madera depende del grado de porosidad que se quiere alcanzar.

Desde las cubas, en que el producto esponjoso ha sido machacado, se ataca en los cuerpos de bomba cilíndricos, de hierro ó de acero, por medio de pistones introductores; de allí sale en forma de bloques de 20 á 30 centímetros de diámetro y de 1^m,20 á 1^m,90 de longitud; se les deja secar al aire durante algún tiempo, luégo en la estufa, y finalmente se colocan en hornos que se calientan hasta el rojo blanco, con objeto de producir una especie de vitrificacion.

Abandonados á un enfriamiento lento, los trozos obtenidos son muy resistentes y se dejan aserrar, cortar, acepilliar y agujerear perfectamente; hasta pueden ser pulimentados. Su peso es próximamente la mitad del peso del ladrillo ordinario, y poseen la excelente cualidad de ser incombustibles.

Várias casas de Nueva-York han sido construidas con estos materiales en sustitucion de la madera; tentativa original en que hay un principio interesante, cual es el aprovechamiento de las aserraduras, verdadero embarazo de todas las grandes serrerías. Este residuo de fabricacion se vende mal y se quema con muy poco resultado, aún en los hornos especiales; la idea de moldearlo para constituirlo en material utilizable podrá ciertamente hacer buenos servicios en determinados casos.

Recientes escavaciones de pirámides y descubrimientos de nuevos sepulcros.

La pirámide de Meïdoum, cuya entrada se investiga desde principios de siglo, ha sido acometida por trabajos de exploracion hasta seis veces, y abandonada otras tantas por considerarla inviolable; pero al fin no ha resistido al trabajo del hombre tanto tiempo como se temia, y últimamente, en dos meses de escavacion ha podido darse con la entrada. La puerta está próximamente á 18 metros sobre el suelo, y es un hueco cuadrado de 1,50 metros de lado poco más ó ménos, habiéndose descombrado el pasillo que conduce á la cámara hasta 40 metros de profundidad, recientemente. Al partir para Thebas M. Maspero, director de los Museos egipcios en el Cairo, no tenía otras noticias, pero es probable que al llegar á Siout haya encontrado una carta ó telégrama anunciándole la entrada en la cámara del sarcófago.

En Zaouiet-el-Aryâu se han encontrado los restos de una pirámide que debia ser tan grande como la de Gizeh, y que, segun todas las apariencias, no se ha penetrado en su interior.

Del mismo modo, en Bahshour parece que las voladuras no han sido aún suficientes para penetrar en la pirámide. Todo esto ha exigido continuos viajes y cálculos de nuevo género, de modo que el sabio egipólogo debe en parte convertirse en ingeniero.

El hallazgo de Thebas es más admirable de lo que al principio ha podido imaginarse, y en su virtud se poseen hoy en el Museo de Boulaq los cuerpos de Toutmos III, Seti I, Ramsés II y de otros tantos re-

yes, reinas, príncipes y princesas. M. Maspero ha presentado con este motivo al Ministro de los Trabajos Públicos de Egipto una relacion detallada que ha sido impresa.

Un hecho de grandísima importancia es que no se ha encontrado entre estos reyes el sucesor de Ramsés II, Menephta I, que persiguió á los hebreos y fué sepultado en las aguas del mar Rojo, ni el cuerpo de su primogénito, que sucumbió al golpe de la espada del Ángel Esterminador. Esta confirmacion inesperada de los hechos del Génesis es una brillante prueba de la absoluta verdad de los libros santos.

M. Maspero acaba de pasar cuatro dias enteros en la pirámide de Pepi II, en Saqqarah, ocupado en copiar el texto. La fábrica está tan maltratada en varios sitios, que los exploradores no sabian al entrar si podrian volver á salir sin escombrarse el paso, por lo que dejaban siempre uno de ellos fuera y á la expectativa, para buscar obreros y descombrar inmediatamente en el caso que ocurriera un hundimiento imprevisto en el interior de la sala funeraria. Estas son las emociones de la profesion; las ventajas son un millar de líneas de textos religiosos del antiguo Imperio, que ha encontrado allí M. Maspero, y que aún no han sido traducidas.

El Egipto es un país que aún no ha dicho su última palabra, bajo todos conceptos, y que nos reserva sin duda muchas sorpresas.

EXTINCION DEL FUEGO POR EL ÁCIDO CARBÓNICO.

Los fuegos que se declaran en los navíos estacionados en los puertos, por razon del peligro con que amenazan las embarcaciones inmediatas, son apagados en general por medios violentos, consistentes en echar á pique el navío, ya practicando en el fondo una perforacion, ya llenándolo de agua por medio de bombas. Inútil es decir que, si el navío está fletado, se pierde completamente la carga con tales medios de extincion.

La Junta de comercio del Havre, excitada por estos procedimientos bárbaros é inveterados, ha decidido estudiar procedimientos de extincion en grande escala de los incendios, por medio del ácido carbónico.

El modo práctico de funcionar de estos procedimientos no es nuevo, porque son empleados con buen éxito aparatos especiales en muchas industrias; hilanderías, tejidos, destilacion de petróleo, etc. Los aparatos varían algo, pero el principio es siempre el mismo: es un recipiente portátil, de palastro, de 50 litros de cabida próximamente, guarnecido de plomo en el interior, y capaz de resistir la presion de veinte atmósferas; se hace reaccionar en el momento preciso un ácido sobre bicarbonato de sosa: puede usarse el ácido sulfúrico diluido, ó mejor los ácidos orgánicos, el ácido tártrico entre otros, que producen el mismo efecto sin presentar ningun peligro de manipulacion. El bicarbonato de sosa se coloca en el fondo del apa-

rato, y una botella de vidrio que contiene el ácido se suspende, en el interior, de una especie de estribo. Para poner en presión el aparato, se rompe la botella por medio de un martillo, que se maneja desde el exterior. El gas producido se dirige al foco del incendio.

Se puede formular la reacción de este modo: 100 kilogramos de bicarbonato de sosa, saturados por 40 kilogramos de ácido sulfúrico, dan 58,68 kilogramos de ácido carbónico, ó sean 29,70 metros cúbicos á la presión ordinaria de 766 milímetros. Si se considera que el aire que contiene un 10 por 100 de ácido carbónico no es ya propio para alimentar la combustión, se deduce inmediatamente el partido que podrá obtenerse de esta reacción. 800 kilogramos de bicarbonato de sosa producirán en efecto un volumen de gas:

$$26,7 \times 8 = 237,600 \text{ metros cúbicos,}$$

dando por su mezcla con el aire á $\frac{1}{10}$, una atmósfera impropia para la combustión, de 2.376 metros cúbicos. Admitiendo una proporción inutilizada de 50 por 100 á consecuencia de la mala dirección del chorro ó por la ventilación natural producida por el incendio, resultará que con la cantidad de 800 kilogramos de bicarbonato, y con aparatos convenientes, se tendrá la seguridad de extinguir un incendio en una capacidad de 1.000 metros cúbicos cuando ménos.

Partiendo de estas consideraciones, la Junta de comercio del Havre ha votado un crédito de 5.500 francos para la construcción de un aparato de extinción por medio del ácido carbónico, propuesto por M. Dubosc. Este aparato se compone de una gran caldera de palastro de acero, forrada de plomo en su interior, de 2,30 metros de longitud por un metro de diámetro, ensayado á 10 ó 12 kilogramos para funcionar á 6 kilogramos. El bicarbonato de sosa se introduce por un agujero de hombre, de llave automática; el ácido se vierte por un vaso de 1,50 metros de altura por 0,80 de diámetro, colocado sobre el aparato, penetrando al interior por medio de un sifón de plomo. Un árbol con paletas puesto en rotación por una manivela atraviesa el recipiente en toda su longitud y produce una agitación enérgica de las materias. La toma del gas se practica en otro recipiente especial de 1,50 metros de altura por 0,80 metros de diámetro, por medio de un sifón, y una fuerte llave se halla dispuesta para acordar éste con las mangas de incendio de la bomba Thirion.

El aparato está montado sobre un carro de muelles y cuatro ruedas. Una carga completa de 1.200 kilogramos próximamente costará 330 francos, descomponiéndose como sigue:

700 kilogramos de bicarbonato..	280 francos.
450 » » de agua..	» »
350 » » de ácido sulfúrico..	50 » »

	330 francos.

Muy en breve se ensayará este aparato en gran escala, y si los resultados fueran aceptables, como es de suponer, se estará en el caso de pensar las conve-

nientes modificaciones para aplicar este procedimiento á la extinción de incendios en los edificios.

EXPOSICION DE LOS INDUSTRIALES

DE SEVILLA.

La fuerza expansiva del vapor es el verdadero nuevo elemento práctico de la civilización moderna, y todo lo que tienda á regular los progresos industriales protegiendo en conveniente medida y mútua correspondencia los actuales perfeccionamientos y la seguridad de las personas, es importante asunto que no deben descuidar los gobiernos, en bien de las naciones cuyos destinos rigen. La exposición de los industriales de Sevilla, que á continuación insertamos para conocimiento de nuestros lectores, y que impetra del gobierno la promulgación de una ley que reglamente el establecimiento de las calderas de vapor, es, pues, muy digna de tomarse en consideración para llenar los vacíos de nuestra legislación á medida que apremiantes necesidades lo exigen.

«*Excmo. Sr. Ministro de Fomento:*

» Los que suscriben, miembros de la Comisión Ejecutiva nombrada en junta general celebrada el 11 del actual por los industriales establecidos en Sevilla con motores de vapor, á nombre de sus representados, á V. E. con el debido respeto exponen:

» Que por faltar en nuestra patria una legislación que regule el establecimiento de calderas de vapor, se encuentran á cada momento las industrias que alimentan tan poderosos agentes, con infinitos obstáculos que dificultan en ocasiones su establecimiento, y que en otras impiden por completo su instalación, con notable perjuicio de la industria nacional, del desarrollo y progreso de los intereses materiales del país, con detrimento de los ingresos para el Tesoro público, y con menoscabo del buen nombre de nuestra patria, que de este modo es una nota discordante en el concierto de la civilización moderna.

» Con lamentable frecuencia se repite el caso de que en las Ordenanzas municipales de algunos de los Ayuntamientos de España se encuentren disposiciones que prohíben el establecimiento de motores de vapor dentro del casco de las poblaciones, con absoluto desconocimiento de lo que aconseja el adelanto alcanzado en nuestros tiempos por las ciencias y con notable perjuicio de los intereses de las localidades que administran; ocurre también con la misma lamentable frecuencia, que algunos Municipios deniegan autorización á un industrial para establecer una caldera, cuando en la misma localidad hay de antiguo funcionando otra ú otras competentemente autorizadas, siendo de este modo vulnerados los derechos de unos en beneficio de otros, y creando de esta manera odiosos privilegios, con patente menoscabo de la idea de justicia; y con la misma lamentable frecuencia se repite el caso de que nuestros Municipios, por falta de una ley general que regule el establecimiento de los moto-

res de vapor, tengan tan olvidados sus deberes acerca de este punto, que interesa tanto al desarrollo de la industria nacional como á la seguridad del vecindario, que sin reconocimiento por peritos, ni autorizacion alguna, se ven funcionar algunos de aquellos aparatos, con peligro inminente de la propiedad y de las personas.

» Deseando, pues, los que suscriben que sean igualmente garantizados, y con arreglo á los eternos principios de justicia, los derechos de la industria, de la propiedad y de las personas, y reconociendo, como reconocen, el noble afan que á V. E. anima de promover y realizar todas aquellas mejoras y reformas que han de levantar los intereses generales del país, esperan confiadamente que en esta ocasion, como en todas, merecerá por su iniciativa los aplausos de la España entera. En tal consentimiento á V. E. suplican que, en atencion á las razones expuestas, se sirva acordar la promulgacion de un decreto que, á semejanza del publicado en Francia el año próximo pasado, garantice los derechos de todos, al mismo tiempo que, evitando á la industria nacional los obstáculos é inconvenientes que la falta de legislacion le produce, impulse su desarrollo y progreso, levantándola á un más y dando ocasion á que otras nuevas se ensayen al amparo de la ley.—Sevilla, 19 de Diciembre de 1881.—Excmo. Sr.—El Presidente de la Comision, *José Carreño*.—El Secretario, *Antonio Vazquez y Gonzalez*.—Los Vocales, *Torcuato Jena, Eustasio Oñós, Jose Durendes*.»

VARIEDADES.

EL TRANVÍA ELÉCTRICO DE LICHTERFELD.—Acaba de hacerse un interesante experimento de circulacion simultánea de dos wagoes en el ferro-carril eléctrico de Lichterfeld, en Berlin. El segundo coche es completamente semejante al que hace algunos meses sirve para conducir viajeros desde la Estacion á la Escuela de cadetes, cuyo modelo figuraba en la última Exposicion internacional de electricidad, en París. El doctor Siemens, rodeado de sus ingenieros, asistió á esta prueba, que ha excedido en sus resultados á toda esperanza.

Ambos coches se pusieron en movimiento en cada sentido con tanta seguridad y rapidez como uno solo, y apenas se notaba diferencia alguna en la velocidad de la locomocion, cuando se lanzaba el segundo wagon. Sólo en la máquina fija de vapor, generatriz de la corriente eléctrica, podia reconocerse que necesitaba desarrollar doble fuerza cuando debia mover dos wagoes con el auxilio de la corriente.

Estos experimentos han confirmado el hecho de que en las vías eléctricas pueden marchar á la vez varias máquinas sin molestarte mutuamente, lo que aumenta notablemente su importancia para el tráfico.

En la *Gaceta de Madrid* del dia 9 de Febrero se anuncian las vacantes de tres plazas de pensionado de número en la Academia Española de Bellas Artes en Roma, cor-

respondientes á las secciones de Arquitectura, de Pintura de paisaje y de Música, y otra de pensionado de mérito por la Arquitectura. Las primeras han de proveerse por oposicion, y la última por concurso, segun lo establecido en los capítulos 2.º y 3.º del reglamento de aquella Corporacion, pudiendo presentarse las solicitudes en el Ministerio de Fomento durante el plazo de dos meses, á contar desde la publicacion del anuncio.

Se hallan vacantes las plazas de Arquitecto municipal de Guadalajara y provincial de Palencia, dotadas con el sueldo anual de tres mil pesetas.

Véanse las *Gacetas* del 21 y 27 de Febrero.

Ha sido nombrado Arquitecto municipal de Oviedo don Rodolfo Ibañez.

Los periódicos de carácter general han dado ya noticia del fallecimiento del Arquitecto municipal de Granada Don Cecilio Diaz Losada.

Enviamos el más sentido pésame á su desconsolada familia, y ofrecemos á nuestros lectores la biografía, que no dudamos leerán con respetuoso cariño, del que fué nuestro querido compañero, y ha muerto víctima de su excesivo celo por el cumplimiento de sus deberes.

ADVERTENCIAS.

Con motivo de cesar el convenio existente entre la Sociedad Central de Arquitectos y la REVISTA DE LA ARQUITECTURA, participamos á nuestros lectores habituales de Madrid que la suma de 15 pesetas de suscripcion anual por la REVISTA se pasará á cobrar á los socios de dicha Corporacion que quieran favorecer este periódico.

A los Arquitectos de provincias que quieran seguir recibéndole y son individuos de la Central, como asimismo á todos los suscritores que residen fuera de Madrid, se les suplica remitan el importe de las 15 pesetas de suscripcion ántes de finalizar el mes de Marzo. Y los que en ese mes no hayan enviado dicha suma, ya sea en libranza ó en carta para cobrar en Madrid, se entenderá que prefieren se gire letra contra ellos por la cantidad de 15 pesetas, más los gastos de giro.

La REVISTA seguirá publicando los estudios nacionales y extranjeros más notables relacionados con la Arquitectura, así como tambien insertará, desde el próximo número, una série de correspondencias de España y del extranjero, que se han dignado ofrecerla varios eminentes arquitectos, y abrirá secciones especiales, y entre ellas una dedicada á dar cuenta de los trabajos de las Corporaciones científicas y artísticas de fuera y dentro de España, con especialidad los de la Sociedad Central de Arquitectos y demas asociaciones análogas.

MADRID, 1882.—Imprenta, estereotipia y galvanoplastia de Aribau y C.^a
(sucesores de Rivadeneyra),
impresores de Cámara de S. M.
Duque de Osuna 5.

Sobre la determinacion de los esfuerzos moleculares admisibles en las construcciones metálicas bajo la base de los esperimentos de Wöhler.

(Continuacion.)

Se deduce de aquí un hecho importante, y es que, así como el alargamiento total que precede á la rotura consta de dos partes, una independiente de la longitud y otra que le es próximamente proporcional, la relacion del alargamiento total á la longitud de la viga $\frac{Y}{L}$ no permite juzgar de la mayor ó menor ductilidad del material, sino para barras de igual longitud. En efecto, cuanto más corta sea la barra tanto mayor es relativamente el efecto de la dilatacion local en la seccion de rotura sobre el alargamiento total de la misma barra, ó viceversa.

Segun estas reflexiones, es poco exacto prescribir en los contratos de acopio para la construccion de los puentes, como prueba de la tenaz estructura fibrosa del hierro, que las piezas de ensayos deban estirarse en determinada relacion con su longitud ántes de que se verifique la rotura, como se hace en América, por ejemplo, exigiendo una resistencia á la rotura entre 3900 y 4200 kilógramos, con la precisa condicion de que las piezas ensayadas deben alargarse del 10 al 15 por 100, lo que no es admisible en general, segun lo dicho anteriormente, bien que, por otra parte, para no tener un material muy tierno se fije el límite de elasticidad entre 1600 y 1700.

Si se clasifican los materiales, segun los valores

correspondientes á la rotura y á la tenacidad, puede obtenerse una graduacion muy exacta, al paso que juzgando de la sola resistencia á la rotura, pueden considerarse como primeras, materias de calidad muy secundaria realmente: en efecto, la resistencia á la rotura, segun los experimentos de Kirkaldy, puede ser la misma para una especie de fractura cristalina gruesa y para un material bastante compacto y tenaz.

Por lo demas, se sabe que el trabajo mecánico, y en general el modo de fabricacion, ejercen su influencia tanto sobre la resistencia á la rotura, cuanto sobre la tenacidad y ductilidad del material. Así es que la lámina ó plancha de hierro posee una resistencia á la rotura menor que los hierros redondos, y lo mismo sucede con la ductilidad; y lo que para una especie puede ser el mínimo, puede para otra ser considerable, teniendo en cuenta el modo particular de fabricacion.

Con preferencia al sistema americano, se presenta más racional y más conforme con los conocimientos actuales la proposicion de Kirkaldy, consistente en clasificar la especie del hierro segun el grado de su resistencia á la rotura, y de su tenacidad y ductilidad, tomando por base los resultados de numerosos experimentos sobre la relacion del estrechamiento de la seccion de rotura á la seccion primitiva. Basado en este trabajo ha establecido el Ministerio de Obras públicas en la India el siguiente modelo, en el que se contienen las condiciones exigidas en los contratos y en las provisiones de las diversas clases de hierro:

Clase del material.	Clase C.		Clase D.		Clase E.		Clase F.		Clase G.	
	R Por la traccion.	Contra- cion.								
Hierros redondos ó cuadrados.	4250	45	4092	35	3937	30	3775	25	3620	20
Hierros planos.	4092	40	3937	30	3775	25	3620	20	3466	16
Hierros de ángulo ó de T.	3937	30	3775	22	3620	18	3466	15	3300	12
Láminas, en el sentido longitudinal. . .	3755	20	3620	15	3466	12	3300	10	3150	8
Láminas, en el sentido trasversal. . .	3466	12	3150	9	3000	7	2830	6	2675	3
Láminas, término medio.	3620	16	3375	12	3233	9,5	3065	7,5	2912	5,5

NOTA. Las condiciones para las especies A y B son dadas en casos especiales. La contraccion se evalúa al 0/0 de la seccion primitiva.

Semejantes reflexiones indujeron tambien á la Sociedad de las administraciones de los ferro-carriles tudescos á solicitar una clasificacion del hierro y del acero reconocida por el Estado, basada en los principios siguientes:

a) El material que se encuentre en el comercio provisto de la marca de una clase determinada debe poseer cierta resistencia á la rotura por traccion, y tener cuando ménos determinada contraccion expresada por 0/0 como medida de su tenacidad.

En esta clasificacion pueden tomarse en consideracion cuando se quiera otras propiedades, y conviene que de cierto en cierto tiempo se revise y modifique para caminar con los progresos de la industria. Con

dicha clasificacion no se excluiria la introduccion de otras especies en el comercio, y basta siempre que cada cual se halle en condiciones de procurarse determinada calidad del material.

b) Institutos especiales distribuidos en diversos puntos de la Nacion deberian destinarse á ensayar los diversos materiales, mediante honorario fijo.

c) Para indagar despues todas las leyes que determinan la conveniencia de las aplicaciones, conocidas todas las propiedades del material, debería haber un instituto principal de la Nacion para los experimentos, con objeto de dar á los industriales las indicaciones de lo que debieran hacer, dejando á los mismos el modo de ejecutarlo.

Ignoramos la suerte de dichas proposiciones que reúnen al valor de ser prácticas el de la fácil actuación. Pero aún suponiendo que fueran aceptadas universalmente, sólo resuelven una parte del problema de los esfuerzos admisibles en las construcciones metálicas. En efecto, conocida la resistencia y la calidad específica del material que se emplea en una construcción, queda aún por saber hasta qué límite, en los diversos casos, puede hacerse trabajar el material, sin que quede comprometida, aún en mucho tiempo, la seguridad de la construcción; y para determinar este límite debemos referirnos necesariamente á las posibles variaciones y al modo de obrar de las fuerzas externas. Y de aquí la consideración de otras influencias más complejas que las hasta aquí señaladas, como son la exactitud de los procedimientos del cálculo, la permanencia de las cargas, los efectos de los choques y de la velocidad de que con frecuencia están animadas las cargas móviles y, finalmente, el trabajo repetido.

No siempre pueden evaluarse con exactitud los esfuerzos que se desarrollan en los varios miembros de una construcción, ya se tenga en cuenta la indeterminación de los esfuerzos desarrollados ó su repartición. Es, pues, necesario un coeficiente de seguridad, pero éste podrá ser tanto más pequeño cuanto más exactamente se puedan determinar los esfuerzos.

Cada paso dado en el campo experimental constituye un progreso, porque la teoría debe recoger los hechos que poco á poco deben sustituir á las hipótesis, á las que frecuentemente se acude por falta de otros conocimientos más reales.

El Ingeniero Vicat probó experimentalmente que la duración de una carga permanente ejercía una influencia dañosa, y dedujo que toda carga mayor que la correspondiente al límite de elasticidad produce la rotura al cabo de un tiempo convenientemente largo; pero esta influencia es una función indefinida del tiempo, por lo mismo casi indefinible, y para la que siempre será necesario un coeficiente de seguridad.

En todos los cálculos para la estabilidad de un edificio aplicamos generalmente las leyes de la estática, tomando por base la hipótesis de cargas permanentes, y en realidad las fuerzas actúan muchas veces por choque. Los choques tienen doble acción: hacen mayores los esfuerzos, disminuyen la resistencia del material provocando rápidas y sucesivas variaciones en los esfuerzos moleculares; tienen por tal concepto gran influencia en los puentes, y más aún en los puentes de los ferro-carriles que en los caminos ordinarios, y entre estos últimos puentes varía, según la amplitud y la relación entre el peso propio y la carga accidental.

¿Qué se ha hecho hasta hoy para tener cuenta de esta circunstancia? Solamente la adopción de un grado diverso de seguridad en cada caso, basado sólo en la intuición, porque faltando los datos experimentales los procedimientos del cálculo no conducen á una precisa determinación teórica del efecto de los choques.

Del mismo modo, la velocidad de que suelen estar animadas las cargas móviles influyen en la intensidad de los choques, que son de verdadera acción dinámi-

ca, la que no se toma en cuenta aplicando el cálculo estático. Sabemos por la teoría y la experiencia, que dicha influencia puede descuidarse en los puentes de gran amplitud, pero no sucede lo mismo en las luces pequeñas, y por tanto en las vigas transversales, en los rails y otros elementos análogos en los que una velocidad de 18 metros puede aumentar los esfuerzos hasta en un 25 por 100. De aquí, pues, la necesidad de tomar en consideración el grado de flexión que puede alcanzar una viga, y deducir, en su virtud, la altura y sistema de la misma.

Finalmente, un hecho conocido hace tiempo es que un cuerpo se rompe más fácilmente cuantas más veces se renueva la carga.

El efecto de los esfuerzos provocados por la carga accidental corresponde á la cuestión que estamos tratando, pero hasta hoy ha sido imposible llevar cuenta exacta de este hecho, porque no se ha conocido la ley de que depende. Algunos constructores ya habían comprendido que, en el establecimiento de los esfuerzos específicos admisibles, la carga accidental merecía mayores consideraciones que la del peso permanente; y así como en el caso de los puentes se hace tanto mayor la carga accidental respecto al peso propio cuanto menor es la luz, habíase deducido que debía asignarse mayor grado de seguridad en las luces pequeñas que en las grandes. Con todo esto, divagaban en el campo de la intuición.

Afortunadamente arrojan mucha luz los experimentos de Wöhler sobre la apreciación de estos importantísimos hechos, y vamos á ocuparnos principalmente de ellos.

Los primeros experimentos sobre la influencia de los esfuerzos repetidos fueron acometidos en Inglaterra por Fairbairn, primero, en 1849, sobre vigas de hierro fundido de luz de 1,40 metros á 4,30; y más tarde, en los años de 1860 y 61, sobre vigas laminadas, de luz de 6 metros, libremente apoyadas en los extremos.

Dando repetidos golpes sobre las primeras, hasta doblarlas con la mitad de la flexión correspondiente á la carga de rotura, encontró que se verificaba ésta á los 4.000 golpes. Una carga que producía en las segundas el esfuerzo de 703 kilogramos por cm^2 se repitió 0,60 millones de veces; después, otra carga que alcanzaba el esfuerzo de 914 kilogramos se repitió 0,40 millones de veces, sin que llegara á aparecer alteración alguna; pero cuando se llevó el esfuerzo hasta 1.200 kilogramos, se rompió la viga después de 5.175 cargas alternativas. Con una carga permanente se hubiese roto con el esfuerzo de 3.000 kilogramos por cm^2 .

Lo que antes era un simple presentimiento quedaba confirmado con estos experimentos, pero no podía deducirse aún ley alguna; los experimentos de Wöhler han venido á ocupar tales vacíos.

En 1858, Wöhler R., maquinista prusiano entonces, Director de los ferro-carriles de la Alsacia y la Lorena más tarde, reflexionando constantemente sobre los ejes de los coches, sintió la necesidad de hacer es-

perimentos sobre la accion de los esfuerzos repetidos, excepcion hecha de los choques.

Ampliamente auxiliado por su gobierno, pudo continuar desde 1859 á 1870 importantísimos experimentos en este sentido, deformando las piezas de ensayo entre ciertos límites constantes, bajo la accion de esfuerzos repetidos con rápida sucesion.

Estos esfuerzos eran producidos por aparatos convenientes movidos con máquina de vapor, y su número era registrado por un contador mecánico. Los resultados obtenidos pueden resumirse en las consideraciones siguientes :

1.º *Bajo la accion de un trabajo repetido, se produce la rotura por un esfuerzo menor que el necesario en una accion permanente.*

2.º *El número de acciones ó golpes necesarios para producir la rotura es tanto más grande cuanto menor es la diferencia entre el esfuerzo específico mínimo y el esfuerzo específico máximo.*

Esfuerzo específico mínimo = O			
»	»	máximo = N = 4500 K. por cm. ²	n = 0,17 millones.
»	»	» N = 3500 » » »	n = 0,45 »
»	»	» N = 3000 » » »	n = 0,86 »
»	»	» N = 2500 » » »	n = 1,50 »
»	»	» N = 2200 » » »	n > 48,20 »

Claro es que en tal caso hay un límite por bajo del cual no ocurre nunca la rotura, por grande que sea el número de las repeticiones, ó más generalmente, bajo cuya accion la rotura puede tener lugar despues de un número infinito de repeticiones. Este esfuerzo límite es el que ha llamado Launhardt *resistencia inicial ó originaria* (Unsprungsfestigkeit).

2. Cuando el esfuerzo específico máximo es constante, en cada repeticion es la oscilacion igual á la

Esfuerzo específico mínimo N ₀ = 1210;	Esfuerzo específico máximo N ₁ = 7300; n = 0,06 millones.
» » » N ₀ = 2430;	» » » N ₁ = 7300; n = 0,15 »
» » » N ₀ = 3660;	» » » N ₁ = 7300; n = 0,40 »
» » » N ₀ = 4820;	» » » N ₁ = 7300; n > 19,67 »

Aun en este caso existe un límite, por bajo del cual no ocurre nunca la rotura, cualquiera que sea el número de acciones, ó más generalmente, bajo cuya accion la rotura puede tener lugar despues de un número infinito de repeticiones. En tal caso, este esfuerzo límite ha sido llamado por Launhardt *resistencia al trabajo ó resistencia activa* (Arbeitsfestigkeit).

3. Se cuenta con pocos experimentos sobre el efecto de los esfuerzos repetidos alternativamente en sentido opuesto; los efectuados por Wöhler autorizan, sin embargo, á extender á este caso la segunda ley fundamental. Hasta hoy el esfuerzo límite, por bajo del cual la accion alternadamente repetida en sentido contrario no produce nunca la rotura, ó más general-

3.º *Cuando el esfuerzo específico máximo es inferior á cierto límite, no ocurre nunca la rotura, por grande que sea el número de repeticiones de la accion.*

La primera de estas leyes corresponde al enunciado general del principio que, como hemos dicho, presentan hace tiempo los constructores.

Las otras dos corresponden á diversos casos particulares.

1. Cuando el esfuerzo específico mínimo es nulo, se obtiene en cada repeticion una oscilacion igual al esfuerzo específico máximo, y con arreglo á la segunda ley, el número de las acciones necesarias para producir la rotura es tanto más grande cuanto más pequeño es este esfuerzo. En una serie de ensayos con ejes de hierro, en que la flexion tenía lugar siempre en el mismo sentido, y de modo que el esfuerzo en las fibras extremas variase entre O y N, resultó, como sigue, el número n de acciones que precedian á la rotura :

diferencia de los dos esfuerzos; el número de las repeticiones necesarias para producir la rotura es entonces tambien tanto más grande cuanto menor es la diferencia entre el esfuerzo específico máximo y el esfuerzo específico mínimo. Por otra serie, cuyos experimentos producen la flexion siempre en el mismo sentido, haciendo variar el esfuerzo en las fibras extremas entre N₀ y N₁, se obtuvo :

mente, bajo cuya accion la rotura puede tener lugar únicamente despues de un número infinito de repeticiones, ha sido llamado por Weyrauch *resistencia á la vibracion*.

Evidentemente, la resistencia inicial y la resistencia á la vibracion, ya que no la misma resistencia absoluta á la rotura, son casos particulares de la resistencia activa. De lo dicho resulta, pues, el siguiente corolario :

La resistencia activa es tanto más grande cuanto mayor es el esfuerzo específico mínimo.

De los experimentos de Wöhler podemos tomar los siguientes resultados relativos :

Esfuerzo específico mínimo C = - 1170 K. por cm. ² ;	Resistencia activa A = 1170 K. por cm. ²
» » » C = 0 » » »	» » A = 2340 » » »
» » » C = 1750 » » »	» » A = 3220 » » »
» » » C = 3290 » » »	» » A = 3290 » » »

Wöhler dejó el servicio del Estado en 1870, y la continuacion de sus experimentos fué confiada á Spangenberg, profesor de la Academia Industrial de Berlin. Este publicó en 1874 los resultados de los experimentos hechos en los tres primeros años, confirmando con toda brillantez las leyes encontradas por Wöhler. Para que las construcciones metálicas se aprovecharán de estos importantísimos hechos, faltaba sólo traducirlos en una expresion algebraica. A lograr esto se han dedicado algunos ilustres escritores, cuyos métodos espondremos brevemente.

II.

Fórmula de Launhardt.

Launhardt, director de la R. Escuela politécnica de Hannover, tiene el mérito de haber sido el primero en publicar un trabajo por cálculo de las áreas de las secciones rectas de los miembros de las construcciones de hierro y de acero, basado en los resultados de los experimentos de Wöhler.

Tomando en consideracion la resistencia á la sola traccion y á la sola compresion, razona como sigue:

Supongamos una barra de hierro ó de acero con la unidad de superficie por seccion; indiquemos por R su resistencia absoluta á la rotura, por traccion ó por compresion, bajo la accion de una carga permanente, á lo que Weyrauch llama la *resistencia de la carga*.

Segun las leyes enunciadas, una fuerza menor que R puede producir la rotura, pero despues de un cierto número de acciones. Disminuyendo sucesivamente esta fuerza, el número de acciones necesarias irá aumentando. Debe, pues, existir una fuerza bajo cuya accion no se romperá la barra, cualquiera que sea el número de repeticiones que se produzcan.

La resistencia que la barra opone á esta fuerza es la resistencia inicial, que llamaremos U.

Cuando está en accion esta resistencia, la diferencia de los esfuerzos es

$$D = U - 0 = U.$$

Cuando está en accion la resistencia activa, que llamaremos A, la cual supone un esfuerzo específico mínimo C, permanente, la diferencia de los esfuerzos es

$$D = A - C.$$

De aquí se deduce:

$$A = C + D \quad (1).$$

La resistencia activa A es tanto más pequeña cuanto mayor es D; por lo que los dos valores límites de A son:

$$\begin{aligned} D \text{ máximo para } C = 0, & \text{ y } A = D = U \\ D = 0 & \text{ » } A = C = R \end{aligned}$$

es decir, que, como habiamos anunciado, la resistencia inicial y la resistencia absoluta son casos particulares de la resistencia activa.

Siendo A una funcion de D, se puede escribir:

$$A = \alpha D \quad (2)$$

en cuya fórmula α es un coeficiente que debe determinarse.

Los valores límites de α correspondientes á los valores límites de A son:

$$\begin{aligned} \text{para el máximo de } D = U = A & \quad \alpha = 1 \\ \text{» » } D = 0, A = R & \quad \alpha = \infty. \end{aligned}$$

Ahora bien, no sólo los valores límites de A, sino tambien sus valores intermedios, son verificados por la fórmula

$$\alpha = \frac{R - U}{R - A}.$$

En efecto, sustituyendo esta expresion de α en la (2), y teniendo en cuenta simultáneamente la (1), se tiene:

$$A = \frac{R - U}{R - A} (A - C) \quad (3)$$

de la que se deduce:

$$A = \frac{U}{2} + \sqrt{\left(\frac{U}{2}\right)^2 + C(R - U)} \quad (4),$$

tomando el signo positivo del radical, porque A debe ser positivo y mayor que U, lo que excluye la segunda solucion. Los valores de A dados por esta fórmula concuerdan admirablemente con los que ha encontrado Wöhler directamente, cuando en ella se dan á U, C y R los resultados de experimentos de la misma naturaleza, hechos con la misma clase de materiales.

Así, para una clase de acero fundido Krupp, no templado, los valores encontrados por Wöhler, en toneladas por cm.², son los siguientes:

$$U = 3,650, R = 8,037;$$

sustituyendo estos valores en la (4) se tiene:

$$A = 1,825 + \sqrt{3,330 + 4,387 C}$$

de donde se deduce el siguiente cuadro:

Valores experimentales de C..	0	1,83	2,92	4,38	8,03
» » » A..	3,65	5,12	5,85	6,58	8,03
Valores de A deducidos de la fórmula (4).....	3,65	5,19	5,84	6,57	8,03

Esto supuesto, se puede escribir la fórmula (3) bajo la forma siguiente:

$$A = U \left(1 + \frac{R - U}{U} \cdot \frac{C}{A} \right) \quad (5)$$

é indicando por S el esfuerzo de traccion ó de presion de un miembro cualquiera de una construccion, es claro que

$$\frac{C}{A} = \frac{\text{mín. } S}{\text{máx. } S} = \varphi$$

de donde

$$A = U \left(1 + \frac{R - U}{U} \cdot \varphi \right) \quad (6).$$

Esta es la fórmula de Launhardt, la cual puede aplicarse siempre que el miembro que se calcule en una construccion esté sujeto sólo á la resistencia por

traccion, ó sólo á la resistencia por compresion, ó más generalmente, cuando el esfuerzo tenga siempre lugar en el mismo sentido.

En el actual estado de cosas se adoptan los mismos valores para R y para U, tanto en la traccion como en la compresion, porque como para esta última no son en rigor bien conocidos, en especial el valor de U, de los pocos hechos conocidos resulta aceptable la dicha extension de valores, al ménos hasta que se cuente con datos más ciertos.

Al dar expresion numérica á la fórmula (6), admitimos las reducciones aconsejadas por Weyrauch en ventaja de la estabilidad.

(Se continuará.)

Experimentos de M. de Preaudeau sobre la proporcion de los materiales que entran en los morteros y hormigones (1).

En las obras del canal del Este, y por iniciativa del Inspector general Mr. Chatoney, se han llevado á cabo algunos experimentos para fijar las proporciones más convenientes de las mezclas que se usan para la fabricacion de los hormigones y morteros.

Los resultados de estas pruebas, que dirigió M. Denys, se publicaron, dice Preaudeau, en un folleto autografiado, que ha servido de base para otras análogas practicadas en 1879 y 1880, durante la construccion de las esclusas de Bougival y Carrières-sous-Poissy, en el rio Sena.

Conforme con la opinion de los ingenieros del canal del Este, creémos que para determinar racionalmente las proporciones de los morteros no basta la deducion lógica y comparativa de lo conocido, sino que en la mayoría de los casos hay necesidad de proceder á pruebas directas con los materiales de que se dispone.

Describirémos detalladamente los procedimientos que hemos empleado, para que, supuestas condiciones análogas, puedan obtenerse resultados susceptibles de comparacion.

PROPORCIONES PARA LOS MORTEROS.

La fórmula consignada generalmente en los pliegos de condiciones da como cierto que en un metro cúbico de mortero entran 0,90 de arena y 0,45 de cal, y evita ensayos sobre este punto, puesto que se sabé que los huecos que dejan entre sí los granos de aquélla no llegan al 50 por 100 de su volúmen, y que, por lo tanto, con las proporciones dichas, y empleando una cal medianamente hidráulica, estamos seguros de fabricar mezclas de buenas condiciones.

Pero si se usan cales de superior calidad ó cementos, puede en muchos casos reducirse la dosis, y la práctica demuestra que los morteros áridos que resultan dan resultados excelentes, bajo el punto de vista de la resistencia. En aquellas obras en que la impermeabilidad del mortero no es condicion esencial, puede seguirse esta marcha disminuyendo la dosis de cal,

hasta tanto que la mezcla empiece á no ofrecer la cohesion suficiente.

En las obras hidráulicas, y especialmente en las presas y esclusas, la porosidad del mortero es causa permanente de ruina, puesto que determina corrientes de agua á través de las mamposterías sumergidas, y es por lo tanto ineludible atender á la impermeabilidad, independientemente de la resistencia, y cuando en los precios compuestos se encuentran proporciones de cal ó cemento de 350, 300 y hasta 250 kilogramos por metro cúbico de arena, no es fácil deducir á priori si el mortero que resulte tendrá la impermeabilidad necesaria.

Dos series de pruebas se hicieron con este fin en las obras del canal del Este.

A. Experimentos con las arenas. — Tratóse primero de determinar los vacíos respectivos de la arena seca y de la mojada, empleando cajones impermeables de un metro cuadrado de base y 0^m,50 de altura, ó sea de 500 litros de cabida.

Se llenaron de arena seca echada con la pala, en iguales condiciones que la de las carretillas que se emplean para determinar las cantidades de los materiales destinados á la confeccion del mortero: hecho esto, se regó cada cajon con precaucion hasta que el agua, despues de llenar los huecos, se mostrara en la superficie, y entónces se midió el agua necesaria para llenar el vacío ocasionado por el apelmazamiento de la arena.

Los resultados obtenidos figuran en los cuadros adjuntos con las siguientes indicaciones:

Volúmen absorbido. . . . Columna c.
Volúmen del asiento. . . . Columna d.

La suma de las columnas c y d representa los huecos de la arena seca, columna f.

Despues del asiento, el volúmen primitivo se habrá convertido en la diferencia de las columnas b y d, y como el del agua absorbida está inserito en la c, resulta que el vacío de la arena mojada para 1.000 litros se hallará representado por $\frac{c}{b-d}$.

Los experimentos del canal del Este se practicaron con arenas de diversas procedencias.

Arenas esquistasas, de Charleville en Givet.

Aluviones calizos, entre el canal del Marne, el Rhin y Charleville.

Arenas silíceas del valle del Mosela, procedentes de los terrenos primitivos de los Vosgos.

Arenas silíceas finas, procedentes de la disgregacion de los asperones de los Vosgos y de los asperones abigarrados.

Arenas del Saône, formadas por la descomposicion del asperon abigarrado, y del Muschelkalk.

En el Sena se han experimentado arenas silíceas procedentes de aluviones antiguos y recientes.

El cuadro que sigue, tomado de la Memoria de Mr. Denys, y del diario de nuestros ensayos, pone de manifiesto algunos de los resultados obtenidos.

(1) Annales de ponts et charissées.

Procedencia de las arenas.	Volúmen primitivo de la arena.	Volúmen del agua absorbida.	Volúmen del asiento.	Huecos de la arena mojada.	Huecos de la arena seca.	Número de experimentos	Observaciones.
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>		
	Litros.	Litros.	Litros.				
Mosa.—Terrenos pizarrosos.....	1000	330	95	363	425	5	$f = c + d \quad e = \frac{c}{b - d}$ <p>No hemos reproducido los totales de todas las series de experimentos verificados en el canal del Este. El término medio general es el del informe de Mr. Denys, y no concuerda exactamente con el análogo deducido de las cifras del cuadro.</p>
Mosa.—Aluviones calcáreos recientes (dragado).....	1000	259	57	274	316	10	
Aluviones antiguos.....	1000	229	70	246	299	18	
Mosela.—Arenas silíceas modernas.....	1000	209	88	228	297	9	
Aluviones antiguos.....	1000	255	90	280	345	8	
Arena silícea fina procedente del asperon de los Vosgos pulverizado.....	1000	150	108	168	258	3	
Saona.—Aluviones recientes.....	1000	237	128	271	365	4	
Arenas silíceas finas procedentes de los asperones pulverizados.....	1000	156	109	175	265	2	
<i>Término medio general de los experimentos del canal del Este.....</i>	1000	244	94	270	338	67	
Sena.—Aluviones nuevos (dragado).....	1000	338	66	361	405	5	
Aluviones antiguos.....	1000	140	141	163	282	6	
<i>Término medio general de los ensayos con arenas del valle del Sena.....</i>	1000	230	107	252	338	11	<p>Para los huecos de las arenas dragadas en el fondo del Sena puede haber alguna indeterminación en las columnas <i>c</i> y <i>d</i>, porque al principio se operó con una caja de diversa altura que la de la caja tipo del Este, pero las cifras de la columna <i>f</i> son perfectamente exactas.</p>

Tomando por norma el volúmen de los huecos de la arena seca en los experimentos del canal del Este, se observa que las silíceas de grano fino son las que menos vacíos dejan; siguen los aluviones antiguos ó modernos de los valles del Mosa, Mosela y Saona, y por último, pueden considerarse como más fofas las arenas esquistasas del bajo Mosa.

De las arenas de cada procedencia se han probado las de grano fino y las de grano mediano, y los vacíos resultaron sin relacion con el tamaño de dichos granos. También se han hecho pruebas con arenas más ó ménos apelmazadas, y el resultado ha sido que, con las finas, se han reducido los huecos á más de la mitad del volúmen de los vacíos propios de la arena fofa.

En el valle del Sena, las arenas que procedentes del dragado hemos sometido á la experiencia, tienen tanto vacío como las arenas esquistasas, mientras que las arenas procedentes de los aluviones antiguos y modernos dan resultados casi contrarios á las arenas silíceas de grano fino.

No tan sólo cuando difiere la constitucion geológica de las arenas puede variar considerablemente el volúmen de los vacíos que entre sí dejan, sino hasta en una misma formacion, cuando no es igual la finura del grano, los huecos pueden variar desde 26 á 42 por 100 en las arenas secas y de 14 á 33 por 100 en las mojadas.

Es, por tanto, indispensable al fijar las proporciones de la mezcla tener en cuenta estas variaciones, para evitar:

1.º Que la arena esté muy húmeda, porque se produce apelmazamiento espontáneo.

2.º Apelmazarla artificialmente, sobre todo cuando se empléen arenas finas.

B. *Experimentos sobre las cales.*—Con estos experimentos se ha determinado para diversas cales en pol-

vo empleadas en los trabajos del canal del Este y del Sena:

1.º El volúmen de cal en pasta producido por 1000 kilogramos de cal en polvo;

2.º El peso de un metro cúbico de cal en polvo;

3.º El coeficiente de reduccion de volúmen cuando la cal en polvo se transforma en pasta;

4.º La cantidad de agua empleada para obtener un metro cúbico de cal en pasta.

Los experimentos se han hecho generalmente en el canal del Este, aprovechando la caja de 500 litros empleada para las arenas; pero las pesadas grandes dejan cierta vaguedad en la determinacion del peso del metro cúbico, porque al llenar la caja en diversas ocasiones pueden obtenerse apelmazamientos distintos.

En los experimentos de esta clase creémos preferible emplear el sistema usado de ordinario para los cementos, consistente en determinar el peso de un decímetro cúbico de cal en polvo no apelmazada, y hacer las demas pesadas con medidas de poca capacidad; pesando cantidades pequeñas se hace una operacion mucho más sencilla, fácil de repetir y de resultados más susceptibles de comparacion. En el cuadro que sigue distinguimos los resultados de ambos métodos, que difieren bastante para las mismas cales.

Los principales ensayos han tenido lugar con las cales que á continuacion se expresan:

Wareq y Bertaucourt, cerca de Charleville (Ardenes), procedentes de calizas arcillosas del lias;

Wille-sous-la-Ferté (Aube), marca Couvert y Mau-gras, fabricada con calizas margosas de oolita;

Xeuilley (Meurthe-et-Moselle), marca Weber y Nicot, fabricada con calizas azules de griffa arqueada del lias;

El Teil (Ardèche), marca Pavin de Lafarge, procedente de margas neo-comianas inferiores;

Tournay (Bélgica), cal llamada del Coucou: dos clases calificadas de mediana y eminentemente hidráulica.

Los resultados obtenidos se resumen en el cuadro siguiente:

PROCEDENCIA DE LAS CALES.	Volúmen de cal en pasta, producido por 1.000 kilogramos de cal en polvo.	PESOS.		Coeficiente de reducción de volúmen cuando la cal en polvo pasa al estado de pasta.	Cantidad de agua absorbida por un metro cúbico de pasta espesa.	Cantidad de agua correspondiente á 1.000 kilogramos.	OBSERVACIONES
		De un metro cúbico de cal en polvo.	De un decímetro cúbico de cal en polvo no apelmazada.				
		<i>a</i>	<i>b</i>				
	Litros.	Kilógramos.			Litros.	Litros.	
Warcq y Bertancourt (Ardennes)	833	1018	»	0,847	575	478	$c = \frac{b \times e}{1000000} \quad g = \frac{b \times f}{1000}$ Experimentos hechos en el canal del Este.
Xeuilley (Meurthe-et-Moselle.)	1183	653	»	0,772	625	739	
Vill-sous la-Ferté (Aube).	1184	672	»	0,796	625	740	
El Teil (Ardèche).	986	850	»	0,838	575	567	
El Teil (Ardèche).	978	»	0,757	0,74	632	618	Experimentos hechos en los trabajos de navegacion del Sena.
El Teil (Ardèche).	963	»	0,798	0,768	650	526	
Tournay (Bélgica). Cal medianamente hidráulica.	1220	»	0,620	0,756	664	810	
Tournay (Bélgica). Cal eminentemente hidráulica.	847	»	0,904	0,766	»	»	

Si tomamos como tipos las proporciones ordinarias del mortero de cal del Teil, que se hace con 300, 350 ó 400 kilogramos por metro cúbico de arena, y si admitimos para el rendimiento en pasta el término medio de las tres series de experimentos referidos, ó sea 0^{m3},975 por 1.000 kilogramos, resultará para el volúmen correspondiente ocupado por esta cal en pasta con las tres distintas proporciones, 292,50, 341,25 y 390 litros.

Para que produzcan igual volúmen en pasta las demás cales estudiadas, deberán emplearse con las proporciones siguientes, en números redondos :

PROCEDENCIA DE LAS CALES.	PROPORCIONES POR METRO CÚBICO DE ARENA.			VOLÚMEN DE CAL EN PASTA PRODUCIDO POR ESTAS PROPORCIONES.		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
	Kilógs.	Kilógs.	Kilógs.	Litros.	Litros.	Litros.
El Teil.	300	350	400	292	341	390
Warcq y Bertancourt.	350	410	470	291	341	391
Xeuilley.	250	290	330	296	343	390
Ville-sous-la-Ferté.	250	290	330	296	343	390
Tournay (cales hidráulicas).	240	280	320	293	342	390
Tournay (cales eminentemente hidráulicas).	340	400	460	288	339	390

C. Experimentos sobre los morteros bajo el punto de

vista de las proporciones. — En el canal del Este se ha admitido, para estudiar las proporciones de los morteros, que el mortero normal, bajo el punto de vista de la impermeabilidad, es el que contiene un volúmen de cal igual á la suma de los huecos de la arena seca, aumentada dicha suma en un décimo.

Esta base nos parece demasiado amplia; el mortero se confecciona con la adición de agua, es triturado en su fabricacion, y se emplea más ó menos espeso, por cuyas razones hay una gran parte de apelmazamiento como el que ha producido el agua en la arena de los experimentos precedentes.

Algunos experimentos directos nos confirman en nuestro aserto.

Con las muestras de arena y cal del Teil, precedentemente estudiadas, se ha hecho mortero y se ha medido el volúmen producido en la caja de 500 litros. Para descomponer este volúmen se puede suponer, ó que la cal ha llenado los huecos de la arena seca, y que el excelente es el que únicamente ha producido un incremento de volúmen, ó que la arena se ha apelmazado y el exceso de volúmen de cal sobre el de los huecos de la arena mojada ha cebado el mortero.

La experiencia da en este punto las indicaciones siguientes :

PROPORCIONES DE LOS MORTEROS.		Volúmen realmente producido.	VOLÚMENES PRESUMIDOS SEGUN LOS HUECOS DE LA ARENA.			VOLÚMENES PRESUMIDOS SEGUN LOS HUECOS DE LA ARENA MOJADA.			OBSERVACIONES.
Arena.	Cal del Teil.		Arena.	Cal en exceso sobre los huecos de la arena.	TOTAL.	Arena apelmazada.	Cal en exceso sobre los huecos de la arena mojada.	TOTAL.	
Metros.	Kilógramos.	Metros.	Metros.	Metros.	Metros.	Metros.	Metros.	Metros.	
0,90	400	1,06	0,900	0,1412	1,0412	0,801	0,221	1,022	Un experimento.
0,975	350	1,039	0,975	0,0445	1,0205	0,858	0,140	0,998	Término medio de tres experimentos.
1,059	300	1,05	1,05	0,07	1,043	0,877	0,118	0,995	Término medio de dos experimentos.

Puede observarse que concuerdan bastante los resultados de las dos hipótesis, aún cuando se trate de arena cuyo apelmazamiento por el agua para 1.000 litros varía, según los distintos ensayos, de 110 á 200 litros. Y como la cifra obtenida para los huecos de la arena seca es más constante para una misma arena, que la de los huecos de la arena mojada, que depende, sobre todo, del estado inicial, puede admitirse:

1.º Que, por término medio, en la confección de un mortero no apelmazado, todo volumen de cal que exceda al de los huecos de la arena seca produce un volumen igual de mortero;

2.º Que para tener en cuenta la merma y apelmazamiento que resultan de su empleo, conviene contar en un metro cúbico de mortero las materias necesarias para producir un volumen de 1^{m³},050 medido sin apelmazamiento en las cajas de experimentos.

Según estos datos, busquemos las proporciones correspondientes al mortero normal para las arenas antiguas y modernas del Sena y para el promedio de las cales del Teil.

1.º Arenas procedentes de aluviones antiguos.

El término medio de los huecos por metro cúbico es de 282^l »

La cal en pasta producida por 1.000 kilogramos de polvo tiene un volumen de 975^l »

Los huecos de 1^{m³},050 de arena. 296^l,10

serán llenados por la parte producida por 303^k,69 de cal del Teil.

El mortero normal contendrá, en números redondos, 300 kilogramos por metro cúbico de mortero.

2.º Arenas procedentes del dragado.

El término medio de los huecos por metro cúbico es de 405^l »

Para llenar los huecos de 1^{m³},050 de arena. 425^l,25

Será necesaria la cantidad de cal en pasta producida por. 436^k,14

de cal del Teil.

El mortero normal deberá, pues, contener 435 kilogramos.

Así es que, según sea el grueso de la arena, aunque de la misma naturaleza geológica, la proporción normal del mortero deberá variar entre 300 y 435 kilogramos de la misma cal para 1^{m³},050 de arena. Y por consiguiente, morteros de 300, 350 y 400 kilogramos por metro cúbico de arena podrán ser morteros muy crasos ó muy áridos.

Se verá más adelante que la resistencia de estos morteros no varía en la misma proporción, pues ciertas arenas permiten reducir la proporción de la cal sin sacrificar la impermeabilidad ni la resistencia.

La proporción de los morteros tiene un interés especial para los elementos que entran en los hormigones sumergidos.

En una Memoria sobre los materiales hidráulicos, exponen MM. Chatoney y Rivot (*Annales des Mines*, tomo IX, 1859, pag. 29), que los hidrosilicatos se contraen en el momento del fraguado, según límites va-

riables dependientes de su composición, y tanto más cuanto mayor cantidad de alúmina contienen; y más adelante (pág. 142) manifiestan que el efecto de la arena es dar consistencia á los hidratos y disminuir la merma de los morteros.

En virtud de esta teoría, se comprende que, si se emplea debajo del agua un mortero demasiado rico, sobre todo los que, además de contener un exceso de cal libre, tienen cierta proporción de alúmina, no estando bastante divididos por la arena, los hidrosilicatos se contraerán enérgicamente y rechazarán una buena parte de cal libre, formándose así una cantidad importante de lechada.

En las fundaciones de la esclusa de *Bougival* se ha observado este efecto con el mortero empleado para la confección de los hormigones sumergidos, mezclado á razón de 350 kilogramos de cal por 0^{m³},975 de arena; siendo fina la arena, se produce mucha lechada, verdad es que las cales silíceas del Teil producen mucha menos ordinariamente. En su consecuencia, hemos rebajado la proporción á 300 kilogramos de cal por 1^{m³},050 de la misma arena, y ha disminuido notablemente la cantidad de lechada, á pesar de ser el mismo el modo de fabricación y de empleo.

Parece, pues, resultar que si se desean hormigones compactos é impermeables, es preferible emplear un exceso de mortero que un mortero más rico y en menor cantidad.

PROPORCIÓN DE LOS HORMIGONES.

A. *Experimentos sobre los guijarros.*—Para deducir la conveniente proporción de los hormigones, se han hecho en el canal del Este experimentos análogos á los precedentes sobre los huecos de la piedra machacada ó guija y los guijarros.

Para las piedras machacadas varían los huecos entre 45 y 50 por 100; para los guijarros, entre 32 y 42 por 100, correspondiendo las cifras menores á gravas de río redondeadas de 0^m,02 á 0^m,05 de diámetro.

Experimentos análogos hechos con grava del Sena han dado 43,4 por 100 de huecos, y con gravas de diversas canteras de 36 á 42 por 100. Según se ve, las variaciones son menos sensibles que en las arenas, y sin embargo, se deduce que no sería racional proporcionar un hormigón de piedra machacada como un hormigón de guijarros.

B. *Hormigón normal.*—No teniendo estos materiales apelmazamiento sensible por el agua, puede admitirse que el hormigón normal es aquel cuyo mortero llena los huecos de las piedras ó guijarros, más un décimo; debiéndose aumentar evidentemente esta proporción para el hormigón sumergido.

Se debe emplear por metro cúbico de guijarro de

$$0^{\text{m}^3},320 \left(1 + \frac{1}{10}\right) = 0^{\text{m}^3},352 \text{ á } 0^{\text{m}^3},42 \left(1 + \frac{1}{10}\right) = 0^{\text{m}^3},462$$

de mortero; y por metro cúbico de piedra machacada de

$$0^{\text{m}^3},45 \left(1 + \frac{1}{10}\right) \text{ á } 0^{\text{m}^3},50 \left(1 + \frac{1}{10}\right)$$

ó sea de 0^{m³},495 á 0^{m³},55.

Como la práctica de los trabajos hidráulicos emplea proporciones más comunmente de 0^{m³},67 á 0^{m³},75 de mortero por metro cúbico de material, se ve que aun teniendo en cuenta las mermas y pérdidas producidas por la lechada, se está generalmente en buenas condiciones si el hormigon está bien fabricado. Y cuando no se trata de fundaciones destinadas á soportar constantemente presiones inferiores, sino de obras secundarias, cuyos hormigones queden en parte fuera del agua y no estén expuestos á corrientes, se puede rebajar la proporcion con guijarros á 0^{m³},50 de mortero, y con piedras machacadas á 0^{m³},60 por metro cúbico de material.

Estas proporciones serian representadas en volumen por :

4 v. de guijarros ó piedra machacada. }
 por 3 v. de mortero. } hormigones crasos.
 por 2 v. de id. } hormigones ordinarios.
 5 v. de piedra machacada por 3 v. de mortero. }
 2 v. de guijarros. por 1 de id. } hormigones áridos.

El hormigon fabricado con guijarros ó piedras, cuyos huecos han sido medidos en seco, da un aumento sensible con relacion á los huecos de los materiales experimentados. Así, un experimento hecho con 0^{m³},550 de mortero por 0^{m³},800 de guijarros hubiera debido dar, segun los huecos de los mismos, un volumen de 0^{m³},80 + 0,233 = 1^{m³},033, y se ha encontrado 1^{m³},150, ó sea un excedente de 0^{m³},117. Cinco experimentos hechos con la proporcion de 0^{m³},60 de mortero por 0^{m³},80 de guijarros hubieran debido dar

$$0,80 + 0,262 = 1^{m³},062,$$

y se ha obtenido 1^{m³},211, ó sea un exceso de 0^{m³},149.

Estos excedentes deben desaparecer por la compression que se produce en su empleo, sobre todo debajo del agua.

RESISTENCIA DE LOS MORTEROS.

En los experimentos que anteceden sólo se han estudiado las proporciones bajo el punto de vista de la impermeabilidad. Además hemos hecho numerosos

PROPORCIONES DE LOS MORTEROS.		MODO DE FABRICACION DE LOS MORTEROS.	RESISTENCIA al arrancamiento.		RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO.		OBSERVACIONES.
Cal.	Arena.		Por centímetro cuadrado.	Número de experimentos.	Por centímetro cuadrado.	Número de experimentos.	
A.—De 5 á 10 días.							
k	m		k		k		Se han hecho los experimentos con muestras sumergidas, después de su fabricacion, durante doce horas, y ensayadas á las doce horas de su emersion á lo más. Este mortero se designa en los presupuestos de precios de la navegacion del Sena como mortero de cal del Teil número 2.
350	0,975	Con amasador de vapor y llana.	1,01	128	6,03	11,02	
350	0,975	Con moledor de vapor.	0,96	27	3,25	6,45	
350	0,975	Con amasador de vapor.	0,84	15	3,17	5,35	
<i>Promedio.</i>			0,98	170	5,32	9,77	
B.—De 11 á 15 días.							
350	0,975	Con amasador de vapor.	1,06	202	5,16	10,42	Arena gruesa. » fina. » »
350	0,975	Con moledor de vapor.	1,32	17	4,55	9,31	
350	0,975	Con amasador de vapor.	0,80	14	3,65	6,32	
<i>Promedio.</i>			1,06	233	5,00	10,04	
C.—De 16 á 21 días.							
350	0,975	Con amasador.	1,39	15	6,97	11,70	Arena gruesa. » »
350	0,975	Con moledor de vapor.	1,33	8	5,70	15,27	
350	0,971	Con amasador.	0,89	4	4,85	8,63	
<i>Promedio.</i>			1,29	27	6,15	12,25	
A.—De 5 á 10 días.							
300	1,05	Con moledor.	0,73	23	2,52	5,37	Arena gruesa. » »
300	1,05	Con amasador.	0,80	66	2,78	5,63	
<i>Promedio.</i>			0,78	89	2,71	5,56	
B.—De 11 á 15 días.							
300	1,05	Con moledor.	1,40	22	4,20	9,02	Arena fina. » »
300	1,05	Con amasador de vapor y llana.	1,29	43	4,43	8,13	
<i>Promedio.</i>			1,32	65	4,34	8,44	

experimentos por traccion y por aplastamiento en los talleres del Sena, en que se empleaba exclusivamente la cal del Teil.

Vamos á presentar el resumen de estas pruebas bajo diversas formas, que conducen á interesantes conclusiones.

1.º *Influencia del tiempo de confeccion de los morteros.*— Cuando el objeto de los experimentos en los talleres es probar la regularidad en la calidad de las cales, deben hacerse los ensayos en muy corto plazo, para que quede tiempo de remediar los defectos que se descubran; los resultados del estado de la página anterior se han distribuido en los tres períodos en que se han ejecutado los experimentos más numerosos.

Puede deducirse de estos experimentos :

1.º Que para el mortero núm. 2 el endurecimiento en el período comprendido entre cinco y quince dias es del orden de magnitud de las diferencias debidas á las variaciones de la cal, de la arena y de la fabricacion.

2.º Que al cabo de quince dias la resistencia média que debe obtenerse con la cal del Teil y una arena de buena calidad no es inferior á 1 kilogramo en la traccion y á 5 kilogramos en la compresion.

3.º Que dicha resistencia aumenta con bastante rapidez despues de los quince dias de la fabricacion.

4.º Que para el mortero núm. 3, la resistencia obtenida ántes de los diez dias es generalmente menor que para el mortero núm. 2, pero que despues aumenta más rápidamente.

Ademas se han obtenido las resistencias que siguen con muestras del mortero núm. 3, tomadas en el mismo dia :

	RESISTENCIA Á LA TRACCION.	
	Despues de 7 dias.	Despues de 15 dias.
	Kilógs.	Kilógs.
Fabricacion con moledor.....	0,69	1,30
Fabricacion con amasador.....	0,74	1,85

Esta diferencia entre los morteros núm. 2 y núm. 3 debe consistir en el gran exceso de cal libre que contienen las cales del Teil : el mortero núm. 2, como es más craso, llega á fraguar ántes; pero queda en la masa mayor cantidad de cal hidratada que, con motivo de la película de carbonato de cal que se forma al rededor de la muestra, se carbonata lentamente, y por tanto, no permite al mortero tomar tan aprisa su consistencia definitiva.

Si se admite esta explicacion, la influencia de la cal libre será menor, á igualdad de proporciones, en los morteros hechos con arena gruesa, que serán más porosos que los morteros de arena fina; y con las mismas arenas será mayor en los morteros simplemente mezclados que en los morteros molidos, porque como éstos presentan más homogeneidad, el exceso de cal se repartirá más regularmente.

(Se continuará.)

LA HIGIENE EN LA CONSTRUCCION DE CUARTELES (1).

INTRODUCCION.

« Tout ce qui contribue á conserver et á fortifier la santé, est du domaine de l'hygiène. »

« La santé, envisagée d'une manière générale, est une somme de fonctions de notre organisme, dont les rapports harmonieux et l'action combinée nous permettent de poursuivre aisément les buts de la vie. »

(VON PETIENKOPFER.)

En el curso de Arquitectura de la Escuela de Aplicacion aprenden los futuros oficiales de ingenieros las primeras nociones de la ciencia del acuartelamiento de las tropas.

Desarrollando las condiciones múltiples á que deben satisfacer los cuarteles, bajo el punto de vista militar, el profesor cuida de examinar las reglas de higiene que es necesario observar, encareciendo al mismo tiempo su importancia.

La higiene de las habitaciones no es, por desgracia, una ciencia cuyos principios puedan condensarse en algunas páginas, y en el curso de su carrera, si quiere el oficial de ingenieros obtener tipos que reúnan las condiciones de salubridad, comodidad y economía, necesita consultar obras especiales.

La materia es vasta; su estudio por más interés que tenga, resulta por lo general árido, porque la parte técnica en las obras de Medicina no suele estar más que esbozada. Para llenar esta laguna nos hemos decidido á publicar el presente estudio.

Contiene pocas ideas originales, y sólo debe mirarse como la síntesis de los trabajos cuyo objetivo se refiere á la habitacion del soldado.

Conviene igualmente no rebuscar propósitos que el autor no ha tenido: no ver ninguna intencion de criticar, que por lo demas no sería pertinente en atencion á su experiencia relativa; sino el verdadero objeto que informa, tratando de vulgarizar los preceptos de una ciencia que, aunque poco cultivada en Bélgica, ha salido, sin embargo, de las estrechas sendas de la hipótesis especulativa, para entrar de lleno en el ancho camino de las aplicaciones prácticas.

Durante el mes de Noviembre de 1873 se formó una Comision compuesta del general baron *Goethals*, presidente; coronel baron *Van de Smissen*, teniente coronel *L'Olivier (Henry)*, el mayor *Daufresne de la Chevalerie*, el coronel *Gratry*, los médicos *Legros* y *Michel*, el inspector veterinario *Van Rooy*, vocales, y el capitán de ingenieros *Tournay*, secretario. Esta Comision recibió del Sr. Ministro de la Guerra el encargo de examinar los proyectos de cuarteles tipos, que habia mandado ejecutar, formulando un programa de las condiciones á que debian satisfacer tales edificios.

(1) *Revue militaire belge.*—Sixième année (1881).—Tome IV.—(Autor, el teniente de ingenieros belga Mr. Putzeys.)—*Memorial de Ingenieros.*

Véase en la creación de esta Junta, á más del interés con que la autoridad militar cuida del bienestar del soldado, la importancia que adquiere la higiene en la edificación de los alojamientos destinados á la tropa.

Una Memoria extensa y detallada, remitida al Ministro en 31 de Marzo de 1874, resume los importantes trabajos de la Comisión, compuesta, como se ve, de elementos puramente militares, áun cuando se hallen representados en ella los servicios sanitarios del ejército.

Las aglomeraciones humanas, tal como se constituyen en los cuarteles, ofrecen siempre inconvenientes graves; el hombre es un peligro para sus semejantes: las epidemias de fiebre tifoidea que en ciertos momentos diezman la población militar, y la tisis, causan sus terribles efectos precisamente por las malas condiciones en que por lo general se encuentran los alojamientos del soldado.

Este no puede escogitar, ni la manera de precaverse ni las reglas higiénicas que le convendría seguir; se le imponen fatalmente. Precisamente por esto el ingeniero militar está obligado á modificar ó destruir cuantas causas de morbosidad puedan presentarse. Quizá despues, al desarrollar sus planes, razones de alta conveniencia ó motivos pecuniarios (porque desgraciadamente los recursos son muy limitados) obliguen á modificarlos; pero, de todos modos, habrá cumplido su deber, no olvidando proyectar todo aquello que pueda mejorar el acuartelamiento de las tropas.

«Cuando un hombre, dice *Morache* (1), que ha llegado á la plenitud de sus facultades físicas é intelectuales desaparece de la sociedad, es una pérdida absoluta é irremplazable. Este hombre, este sér productivo, desaparece en el momento preciso en que por su trabajo podría pagar á la sociedad lo que le había costado durante su juventud improductiva; su muerte es una bancarota sin esperanza de dividendos.

»En la época actual se empiezan á comprender estas grandes verdades económicas, y se tienen muy en cuenta, si se trata de animales que se consideran como capitales vivos; pero si se trata de los hombres, puede dárseles menor importancia, ó por lo ménos no se extremen sus lógicas consecuencias.

»El *cuartel* (2) es de origen reciente. Las *phylakias*, entre los griegos, eran más bien sencillas estaciones municipales, puestos de policía, que verdaderos cuarteles, y entre los romanos los *castrapretoriana* eran únicamente campos atrincherados, en los cuales se erigian habitaciones más ó ménos vastas, de mayor ó menor solidez, conforme al espacio de tiempo que debían estar ocupadas.

»Hay que reconocer que de la instalación permanente de sus legiones surgió la idea de un acuartela-

miento regular y metódico: los emperadores bizantinos fueron los que primero hicieron edificios grandiosos para alojar á sus soldados: en Scutari, por ejemplo, todavía se conserva una vasta construcción elevada en aquella época y capaz de prestar alojamiento á muchos millares de hombres.

»Cuando se derrumbó el Imperio y cayó Constantinopla en poder de los turcos, se conservó la tradición, alojándose los genízaros en cuarteles, mucho ántes que nuestros antepasados hubieran pensado en edificarlos. Pero hay que convenir en que este sistema era excepcional; sólo algunos cuerpos privilegiados y poco numerosos vivían de aquella manera, y de esto á un plan de acuartelamiento general bien ordenado hay distancia inmensa.

»Realmente, hasta fines del siglo XVII, en Francia por lo ménos, no se admitió la necesidad de que hubiera en las ciudades que guarnecían cuerpos del ejército edificios especiales para alojamiento de éstos.

»Hasta entónces, con arreglo á las ordenanzas más antiguas, los vecinos tenían obligación de alojar en sus moradas á las gentes de guerra. Ya en 1623 (ordenanza del 11 de Agosto) se cambió el alojamiento vecinal por el de locales preparados á costa de los habitantes de las provincias por donde transitaban los cuerpos.

»Estas casas debían estar vacías ordinariamente; no siendo, por lo tanto, más que cuarteles de etapa.

»En 1765, Louvois intentó la creación de un acuartelamiento completo, especialmente para la infantería, y Vauban, que estableció como anexo indispensable de las plazas fuertes la construcción de cuarteles, fué el primero que comenzó á desarrollar el proyecto del Ministro de Luis XIV.

»Mientras se edificaban suficientes cuarteles, el Regente publicó el 25 de Octubre de 1716, una Ordenanza, disponiendo «se buscasen y alquiláran casas vacías y convenientes para acuartelar los soldados de infantería y caballería, hasta que se termináran los cuarteles donde se alojase á la tropa con la mayor comodidad y pudiera mantenerse en perfecta disciplina.»

»Como complemento lógico de esta Ordenanza, otra, fechada en 25 de Setiembre de 1719, prescribía la construcción inmediata de varios cuarteles, en veinte *generalités* (3) del reino, sin que para ello se autorizase la creación de nuevos arbitrios.

»Pero las guerras de Luis XIV agotaron los recursos del erario y fué necesario abrogar esta orden, volviendo á quedar el alojamiento de las tropas á cargo del vecindario.

»Sin embargo, á las poblaciones que preferían el acuartelamiento al sistema de alojamiento vecinal, se se las autorizó para construir cuarteles á su costa. Por esto, en 1731 debió la ciudad de Metz á la liberalidad de su obispo, el duque Coislín, la construcción de un cuartel «para aliviar á los vecinos de la carga de los alojamientos militares, bastante perjudicial

(1) *Hygiène militaire*, página 279.

(2) *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*.— Tomo XII, página 760 (1871).

(3) Circunscripciones económicas ó intendencias civiles.

(N. del T.)

»para la moral pública» edificio que todavía conserva el nombre de su fundador.

»Otras ciudades imitaron el ejemplo, y en 1745, por los cuidados de Argenson, se edificó en París el primer cuartel para alojar á los guardias franceses.

»En la época de la revolucion, los cuarteles, todavía poco numerosos, llegaron á ser insuficientes y se transformaron en albergues para la tropa, las iglesias, conventos y seminarios, muchos de los cuales todavía conservan el mismo destino (especialmente en Bélgica).

»Después de aquellos tiempos, los reglamentos concernientes al acuartelamiento del soldado se han sucedido con rapidez: el del año II (30 thermidor); la instrucción del año VII (29 floreal); el reglamento de 1818 (13 de Mayo) y el de 1824 (17 de Agosto), han regido sucesivamente en la materia.»

Desde 1830, en Bélgica, estos reglamentos han sufrido reformas que afectan más bien á la letra que al espíritu de sus prescripciones, cuya insuficiencia tendremos ocasión de hacer resaltar en el curso de este trabajo, sin que pueda negarse que se han realizado notables progresos, y sin dejar de conocer que la perfección ideal sólo puede alcanzarse cuando se emprendan nuevas construcciones.

Hace ya muchos años que las naciones próximas á Bélgica han comprendido la necesidad de modificar esencialmente las condiciones del acuartelamiento.

En Prusia se levantaron cuarteles, en 1835, que han podido citarse como modelos durante mucho tiempo.

En Francia recientemente, ayer como quien dice, se ha entrado por nuevos senderos, adoptando el sistema de monsieur Tollet. No discutiremos ahora la bondad de este sistema; más adelante tendremos ocasión de hacerlo.

En Bélgica, á pesar de las mejoras que se han llevado á cabo, todavía estamos muy atrasados, por haber desdeñado hace tiempo la importancia del estudio de la higiene, que no correspondía á la altura de los inmensos progresos realizados en esta ciencia.

El país que ha entrado más anchamente por la vía del progreso es sin duda alguna la Inglaterra. A fines del último siglo dispuso Pitt la erección de cuarteles, algunos de los cuales, y especialmente el de Chatam, son dignos de fijar la atención.

En aquel país se ha comprendido perfectamente que el higienista, mejor que nadie, debe marcar las reglas convenientes, y por ello el sistema de acuartelamiento inglés sobrepasa en bondad al de las demás naciones. Por consecuencia de la enorme mortalidad ocasionada por las epidemias que castigaron los ejércitos que asistieron á la guerra de Crimea, una Comisión, compuesta de Mr. Sidney Herbert, secretario del Ministerio de la Guerra; de los doctores Sutherland y Burrell, y del capitán de ingenieros Galton, recibió el encargo de estudiar y proponer las mejoras que la ciencia moderna aconsejara llevar á cabo.

El resultado de las tareas de la Comisión fué un razonado y extenso informe (Blue Book), *General report of the commission appointed for improving. The*

sanitary condition of barracks and hospitals (1), en que se relatan con la mayor competencia todos los defectos del acuartelamiento inglés, la manera de remediarlos, y finalmente, las reglas que es necesario tener en cuenta para llevar á cabo las construcciones futuras.

El informe se refiere á 243 cuarteles, de los cuales 162 reconocieron personalmente los vocales, consignándose todos los resultados de semejante análisis.

La Comisión ha tenido el gusto de que su parecer se lleve al terreno práctico en todos los hospitales y cuarteles ingleses.

Los principios que dejó consignados son indudablemente los que han de servir de base para juzgar el valor de las construcciones de igual índole y formular los proyectos de las nuevas.

Division de este trabajo.—Forzoso es, cuando se emprende un estudio como el presente, bajo el único punto de vista higiénico, descartar todas las demás consideraciones, y no dirigir la atención más que á investigar las causas que pueden ejercer verdadera influencia sobre la salubridad de los cuarteles.

Los puntos dignos de fijar la atención preferentemente son éstos:

El emplazamiento ó situacion.

Los materiales empleados en la obra.

Los planos del proyecto ó distribucion.

La calefaccion.

La ventilacion.

El alumbrado.

Los locales accesorios.

El servicio de aguas.

El alejamiento de las inmundicias.

Tales son en resumen los puntos en que hemos dividido el estudio que vamos á intentar.

(Se continuará.)

EL ASFALTO.

EXTRACTO DE UNA CONFERENCIA DADA POR M. MALO.

El asfalto es sin duda la manifestación más preciosa y más considerable de todas las sustancias bituminosas, y en la corta etapa de treinta años ha llegado á ser la primera materia de una industria floreciente é indispensable en los trabajos públicos y para el embellecimiento de las ciudades.

El asfalto es una calcárea tierna, impregnada natural é íntimamente de betún. En efecto, si se examina una muestra de roca asfáltica por medio del microscopio, se observa que cada uno de sus granos está recubierto de una película delgada de betún puro, por cuyo medio se hallan agregados á los granos que los rodean; de modo que la roca de asfalto es realmente un conglomerado de granos finos con el betún por mortero.

Si tomamos un trozo de esta roca y la calentamos hasta una temperatura de 80 á 100°, se reblandece la película de betún, se funde y desaparece la cohesión

(1) London,—1861,—338 páginas in-folio.

del asfalto; cada grano calcáreo se separa mecánicamente de los demas y la materia cae en polvo.

Tomemos este polvo, caliente áun, ó volvámosle á calentar si se ha enfriado; comprimámosle despues fuertemente para acercar entre sí sus moléculas, que se adhieren de nuevo, y cuando se enfria la materia se halla reconstituida la roca exactamente lo mismo que en su estado primitivo, con la misma consistencia y con el mismo aspecto.

Precisamente en esta singular propiedad se ha fundado la industria de las calzadas de asfalto comprimido de que voy á ocuparme.

El asfalto tambien se presenta en la industria bajo otra forma quizá más útil y seguramente más generalizada: el *mastic de asfalto*.

Si pulverizamos el mineral asfáltico ó calcárea bituminosa, cuya rápida monografía acabo de *apuntar*, ya logrando por medio del calor su desagregacion, ya moliéndole en frio por procedimientos mecánicos; si echamos este polvo en pequeñas dosis en un baño de betun fundido, equivalente á 7 ú 8 por 100 del peso del polvo empleado; si hacemos hervir esta mezcla durante cinco ó seis horas amasándola continuamente por medio de paletas giratorias, obtendremos una especie de pasta que, vertida en moldes, dará lo que se llama *mastic de asfalto*.

Qué fenómeno se cumple durante la coccion es cosa difícil de precisar, pero es lo cierto que se produce un cuerpo químicamente semejante al primero, y diferente físicamente. Analizad el mastic y analizad la roca y encontraréis exactamente los mismos elementos, si no en cantidad, en calidad al ménos: carbonato de cal y betun. Pero ensayad reducir á polvo el mastic por medio del calor, como lo hemos hecho con la roca, y ya no será posible. Las moléculas no están adheridas entre sí por un simple mortero de betun, sino que hacen cuerpo con él; el nuevo producto calentado no se convierte en polvo, sino en pasta. Tendrá otra constitucion física, otra estructura y otras aplicaciones.

USOS Y APLICACIONES DEL ASFALTO EN BRUTO.

La principal aplicacion del asfalto en bruto es la construccion de las calzadas llamadas de *asfalto comprimido*.

Acabo de exponer el origen de este sistema y su principio, y no creo oportuno explicar aquí su práctica, porque todo el mundo ha visto estas calzadas, y probablemente nada enseñaria describiendo los procedimientos de su ejecucion. Me limito, pues, á recordar que la roca asfáltica pulverizada es calentada en cilindros giratorios análogos á los tostadores de café, y trasportada despues de caliente al pié de obra donde se extiende sobre un lecho de mortero.

Todo el mundo conoce las cualidades del asfalto comprimido y los vicios que se le atribuyen; pero he de refutar aquí una crítica frecuente relativa á las incesantes reparaciones que ocurren en las calzadas de asfalto comprimido y á los inconvenientes que esto proporciona, tanto para la circulacion de los carrua-

jes como para el conveniente equilibrio del presupuesto municipal.

Dos causas principales han intervenido hasta hoy en los deterioros, cuya frecuencia inquieta justamente al público.

La primera es el olvido de una condicion esencial, vital, que consiste en no usar el asfalto en polvo calentado más que sobre una superficie seca, inflexible é impermeable.

Al principio de usar este sistema se colocaba el polvo de asfalto sobre morteros de cal sin haber fraguado y más ó ménos permeables. El calor del asfalto (120 ó 130°) elevaba instantáneamente la temperatura del mortero, cuya humedad escapaba en vapor atravesando la costra asfáltica, rompiendo ésta en mil fragmentos, llamados por los obreros *almendrados*. La cal arastrada por este vapor se diseminaba en las hendiduras, impidiendo que los almendrados se adhiesen entre sí, y la cohesion de la capa asfáltica desaparecia, no tardando en perecer la calzada.

Los ingleses aprovecharon esta observacion cuando hace diez años hicieron sus primeras calzadas de asfalto. Colocaron el asfalto sobre un área de cemento Portland muy espeso, perfectamente seco y completamente impermeable. Construidas así las calzadas en calles como la Cheapside, en que es enorme la circulacion de los carruajes, jamas han tenido deterioros de importancia. Debo añadir que éste, como todos los trabajos de la misma naturaleza hechos en el extranjero, han sido ejecutados por obreros franceses.

A su vez la industria francesa se ha apropiado el perfeccionamiento inglés, y várias calles asfaltadas en París bajo estas condiciones, desde 1872 á 1878, han dado excelentes resultados.

La segunda causa de destruccion es el empleo de materias impropias ó mal preparadas.

El asfalto que se esparce en polvo y se comprime sobre la superficie del mortero no está destinado á presentar una resistencia que le sea propia. Sólo sirve de intermedio, relativamente elástico, entre la rueda de los carruajes y el subsuelo; viene á ser como una especie de capa de caoutchouc endurecido, cuya superficie se hubiese revestido con mortero. Esta capa para ser duradera debe ser homogénea, impermeable á la humedad, y no contener ningun germen interior de deterioro. Los asfaltos puros, es decir, formados únicamente de carbonato de cal y de betun fijo, son los únicos que hasta el dia satisfacen á este programa.

Es un hecho de observacion constante que los productos complejos han dado malos resultados en cuantos puntos hay una circulacion de carruajes algo activa. Se han ensayado asfaltos arenosos, y por tanto esponjosos; cargados de aceites minerales mezclados á los betunes de impregnacion. Para combatir este exceso de betun oleoso, se les ha combinado con otros asfaltos muy magros, queriendo neutralizar los defectos de unos con el vicio de los otros; el resultado ha sido lamentable.

He hablado ya de la clase más frecuente y más grave de deterioros, á que los obreros llaman almendra-

dos. Todo el mundo ha visto durante la mala estacion formarse manchas negras en medio de las calzadas de asfalto, ensancharse con rapidez más ó ménos grande, trasformarse despues en charcas negruzcas que los obreros se apresuraban á rellenar con asfalto colado, ó simplemente macadán, esperando que una claridad del tiempo permitiese reemplazar estos materiales provisionales por una pieza nueva de asfalto comprimido.

No acaecerian estos accidentes, ó serian mucho ménos importantes, si suponiendo la materia de buena calidad, se tomasen siempre las precauciones necesarias para defenderse convenientemente contra el peor de los enemigos de las calzadas de asfalto, contra la humedad. Hablo de la humedad que existe en el momento de sentar el material, porque terminada la operacion, la costra de asfalto, si es sana y compacta, si está ejecutada con buenos materiales, es absolutamente impermeable é hidrófuga.

Pero á la larga no dejan de producirse los accidentes indicados; sus reparaciones son la más pesada carga del entretenimiento de las calzadas de asfalto, y muy difíciles de ejecutar, porque la mayor parte de las veces tienen que trabajar los operarios en medio de una activa circulacion de carruajes. Se ha tratado, pues, de descubrir un método rápido de ejecucion, pero generalmente no se ha obtenido buen resultado.

He visto últimamente emplear en las calles de París, para hacer desaparecer la disgregacion de los almendrados, un remedio que aconsejé hace algunos años para la reparacion de los baches, destinado á suprimir las pequeñas depresiones de la costra asfáltica que por la lluvia se llenan de agua y forman depósitos molestos para los transeuntes. El procedimiento, que he descrito en una Memoria reciente, consiste en calentar la superficie del asfalto por medio del palastro enrojecido, ó con otro cualquier expediente hasta ablandarlo, rasparlo despues hasta cierta profundidad miéntras aún está caliente, y verter un suplemento de polvo tambien caliente para rellenar el bache. Estando á igual temperatura ambos polvos se sueldan perfectamente entre sí y desaparece el bache.

Este procedimiento, destinado sólo á recargar los baches, se emplea indebidamente si se aplica á la reparacion de las calzadas deterioradas en todo su espesor; no suprime la gangrena del asfalto comprimido llamada almendrado; no cura el mal, sino que lo disimula y aprisiona. Cuando al cabo de algunos meses ó algunas semanas de circulacion desaparece la costra del polvo nuevo, vuelve á aparecer el atolladero más ancho y más profundo que ántes.

No hay medio expedito para este caso tan frecuente, como no sea el levantamiento radical y sustitucion de toda la parte mala de la costra asfáltica; una calzada dislocada interiormente no se vuelve á soldar aunque se eleve excesivamente la temperatura.

Pero lo que está perfectamente indicado, y sobre cuya necesidad jamas insistiré bastante, es el uso de buen asfalto sobre buen mortero, en donde estriba la duracion indefinida de las calzadas.

USO Y APLICACIONES DEL MASTIC DE ASFALTO.

Hace algunos años se limitaban estas aplicaciones á la construccion de las aceras y al establecimiento de capas protectoras de las bóvedas, pareciendo entónces dudoso que pudieran extenderse más.

La aplicacion de las áreas de asfalto colado es hoy tan comun, que creo supérfluo hablar aquí de ello; porque habiendo entrado en la práctica usual de los trabajos y los métodos, está al alcance de cualquier obrero. Pero una observacion atenta de las propiedades de este cuerpo singular ha conducido á los que se han ocupado de él con alguna constancia á encontrarle nuevos usos.

Si se extiende el mastic de asfalto en capa delgada sobre una acera, por ejemplo, se nota que en invierno es quebradizo, y un choque algo brusco lo rompe; en verano se convierte en blando y maleable, y sólo á fuerza de grava se impide que se deforme con las presiones del tránsito.

Pero si despues de haberlo mezclado con arena ó guijarros se cuele en trozos de cierto volumen, un decímetro cúbico por ejemplo, no sólo ofrecerá una gran resistencia al choque, sino que no se deformará ya, cualquiera que sea la temperatura atmosférica.

Impresionado con esta inesperada propiedad, tuve la idea de utilizarla en la circunstancia siguiente:

En 1862 debí instalar una máquina de vapor horizontal, de cincuenta caballos, para lo que necesitaba un monclito de siete metros de longitud perforado en su centro para el paso de la manivela. No pudiendo obtenerlo sino con un gasto desmesurado, tuve el pensamiento de reemplazarlo por un bloque de mastic de asfalto moldeado y mezclado con morrillo. Montada así la máquina marcha hace diez y ocho años en una habitacion en que la temperatura varía entre 35 y 50 grados, sin que el macizo de asfalto se haya deformado ni un solo milímetro.

Alentado por este excelente ensayo, intenté extender el uso. Entre otras aplicaciones he establecido sobre un macizo de mortero de asfalto de cuatro metros de altura un moledor Carr, de gran velocidad, que marcha hace seis años, sin que se haya observado por el nivel de aire el más ligero desnivel en el soporte. En la Exposicion de 1878, M. Belano, ha construido, segun el mismo sistema, las fundaciones del moledor Toufflin, que es el mismo moledor Carr dispuesto para moler el trigo, y cuya velocidad es de 1.400 vueltas por minuto. Gracias á la ligera elasticidad del asfalto, se obtenia esta enorme velocidad sin producir en el aparato la más débil trepidacion. M. Belano ha establecido tambien, bajo la direccion del capitán Naquet, los cimientos de un martillo automático para el taller de artillería de Vincennes.

He citado estos ejemplos para mostrar las propiedades del asfalto bajo un nuevo punto de vista; rigidez y tenacidad extremas, y al propio tiempo elasticidad sin deformacion á ninguna temperatura meteorológica.

De un modo general está indicado el uso del mas-

tic en capas delgadas siempre que quiera obtenerse una superficie de absoluta impermeabilidad, unido á una débil elasticidad que le permita ceder, sin henderse en los asientos del suelo ó en las ligeras depresiones de una fábrica.

Es precioso en masas compactas, mezclado con piedras ú otros materiales pesados é inertes para ser empleado en todos los macizos de fundaciones que exigen tenacidad considerable y elasticidad sin deformacion. Aguéguese á esto la ventaja que generalmente reporta la facilidad del moldeo, y la condicion de ser absolutamente inatacable por los agentes atmosféricos y por las sales marinas.

RESISTENCIA DE LOS MATERIALES

AL DESGASTE Y AL APLASTAMIENTO.

Descripcion del modo de hacer y resultados obtenidos en el depósito de la Escuela de Puentes y Calzadas de Francia sobre ese particular.

La Comision de los caminos nacionales, instituida por decision ministerial de 28 de Febrero de 1878, tiene por objeto reunir todos los elementos de tal naturaleza que puedan servir de base á la reparticion de los créditos de conservacion y entretenimiento.

Uno de los que representan el principal papel es la calidad de los materiales empleados en los caminos de cada departamento, y la Administracion ha tratado varias veces esta cuestion importante.

Por circular de 15 de Marzo de 1877 se ordenó á los facultativos que expresáran en el proyecto de presupuesto de los gastos de entretenimiento del ejercicio de 1878, y en el cuadro de descomposicion de estos gastos en 1876, la calidad de los materiales por medio de coeficientes numéricos, variables entre 0 y 20, en vez de emplear, como se habia hecho hasta entónces, términos generales y poco precisos, tales como las palabras *bueno*, *bastante bueno*, *mediano*, etc.

Al mismo tiempo insistia la Administracion para que se emprendieran en todos los departamentos experimentos directos con objeto de determinar el consumo de materiales por kilómetro y por cien caballerías de tiro. Conocido este consumo para todos los materiales empleados, si se admite ademas que el marco de consumo correspondiente á la calidad 20 es de 15 metros cúbicos por kilómetro y por cien caballerías, bastará dividir el número constante 300 por el consumo real para deducir el coeficiente de calidad, que debe hacerse constar en el proyecto de los gastos de entretenimiento.

Obedeciendo á igual pensamiento, pidió la Administracion á los ingenieros-jefes, por otra circular de 3 de Abril de 1877, que le hicieran conocer el desgaste anual del afirmado de los caminos nacionales durante el período de nueve años, comprendido entre los tientos de 1865 y 1874.

No habiendo producido la circular de 15 de Marzo, al cabo de un año, más que resultados parciales é insuficientes, la nueva circular de 23 de Julio de 1878 re-

cordó los términos y trazó al mismo tiempo el programa que podría servir para emprender los experimentos en todos los servicios.

Dirigidos estos experimentos metódicamente y con cuidado, deben dar al cabo de algunos años preciosas enseñanzas sobre la calidad de los materiales de afirmado. Pero siendo esta determinacion un trabajo bastante largo, y no dando resultados de corto plazo, la Comision de los caminos nacionales ha creido conveniente emprender en el laboratorio, al propio tiempo que las investigaciones en grande escala sobre las calzadas, la determinacion directa é inmediata de la referida calidad.

La Administracion ha aprobado este dictámen y dirigido instrucciones precisas á los ingenieros para la eleccion y envío de las muestras que debian someterse á los ensayos directos. Ya en posesion de estas muestras, la Comision de los caminos nacionales ha podido comenzar sus experimentos, desde el mes de Mayo de 1879, en el depósito que posee la Escuela de Puentes y Calzadas en el Trocadero, y los ha continuado sin interrupcion hasta el fin del mes de Octubre siguiente.

Los cuadros de los resultados de estos trabajos para todos los departamentos han sido precedidos de explicaciones sumarias sobre la disposicion y marcha de los ensayos.

Estas investigaciones han recaido sobre dos órdenes de determinacion:

- 1.º La resistencia al desgaste y al choque.
- 2.º La resistencia al aplastamiento.

Vamos á entrar en algunos detalles sobre cada una de estas dos series de experimentos.

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL DESGASTE Y AL CHOQUE.

Para determinar la resistencia al desgaste y al choque, la Comision ha elegido el aparato *Deval*, que ha figurado en la Exposicion universal de 1878, en el pabellon de la ciudad de París, en donde ha atraido la atencion de los ingenieros.

Tal como ha sido expuesto, este aparato se compone de dos cajas cilíndricas de palastro de 0^m,20 de diámetro y de 0^m,34 de profundidad, fijas á un árbol de hierro, que gira al rededor de otro árbol horizontal. Aquel árbol está doblado en sus extremos ó al arranque de los cilindros, cuyos ejes se encuentran inclinados 30 grados próximamente sobre la horizontal. En uno de los cilindros se ponen los materiales elegidos como término de comparacion ó como medida (en París, el pórfido de Voutré); en el segundo, se colocan los materiales que han de ensayarse. Se hacen girar pausadamente los dos cilindros (30 vueltas por minuto) durante cierto tiempo, y se ha observado que en quince horas, con 3 kilogramos de material en cada cilindro, se recogen en el que contiene las piedras tomadas por testigo, de 60 á 70 gramos de polvo producido por los guijarros, que se frotan entre sí ó chocan contra las paredes; en el otro cilindro el peso de los polvos depende naturalmente de la dureza de los materiales.

El coeficiente de desgaste buscado es, pues, la relación del peso de estas dos clases de polvos.

A pesar de las notables diferencias que pueden patentizarse entre su modo de acción y la realidad de los hechos, da esta máquina, según los ingenieros de la ciudad de París, noticias muy concordantes con la práctica. También se emplea diariamente con éxito para la recepción de los materiales en París y para la elección de las nuevas canteras que deben admitirse en las adjudicaciones. Hay en esto una consagración de hecho, que puede evitar las explicaciones teóricas del aparato; la Comisión de los caminos nacionales ha creído en su vista que, en lugar de buscar modificaciones para mejorar el instrumento, era preferible aceptarlo tal cual es, puesto que ya ha sido probado. La sola modificación introducida hace relación al número de los cilindros montados sobre el mismo eje, que ascienden ahora á cuatro, dando ocho en dos árboles paralelos y espaciados 0^m,405; un engranaje los hace solidarios y los imprime la misma velocidad. Esta disposición ha permitido hacer simultáneamente siete experimentos, quedando reservado el último cilindro para testigo; pues mientras, con la disposición de dos cilindros, absorbía el testigo la mitad del rendimiento, ahora le corresponde un octavo, y da una medida idéntica para siete experimentos.

Se introducen en cada cilindro 5 kilogramos de la muestra que ha de ensayarse, cuyas piedras se limpian ante todo del polvo adherido por medio del lavado; después se cierra el cilindro con una tapa hermética, cuya disposición ha costado varios tanteos, porque el polvo muy fino tiene tendencia á escapar por el menor resquicio.

El aparato se pone en movimiento por una máquina de gas, de la fuerza de un caballo, regulada de modo que produzca una rotación perfectamente uniforme de 2.000 vueltas por hora, y un contador de giros consultado frecuentemente permite comprobar la regularidad de la marcha de la máquina.

Las piedras encerradas en los cilindros ruedan unas sobre otras, y son además proyectadas alternativamente sobre los dos fondos, de modo que el aparato produce á la vez el desgaste por frotamiento y por choque.

Al cabo de cinco horas, es decir, de 10.000 vueltas, se detiene el movimiento, se abren los cilindros y se vacía el contenido en vasijas de hierro forjado; se lava el cilindro cuidadosamente, y las aguas del lavado se reciben en dichas vasijas. Se lava y se limpia cada piedra inmediatamente debajo del agua, y así queda todo el polvo en las aguas del lavado, en el estado de lodo claro, que luego se pone en un colador ó cedazo superpuesto á otro, cuyos agujeros tienen respectivamente 0^m,01 y 0^m,0016 de diámetro. Así se divide en tres porciones, que comprenden:

- 1.º Los granos que no pasen por el orificio de 0^m,01;
- 2.º Los que pasen por él, pero que tienen más de 0^m,0016;
- 3.º El barro propiamente dicho y los granos menores de 0^m,0016.

La primera porción se retira y reúne á las piedras de muestra.

La segunda se conserva como indicación.

La tercera porción se deseca y pesa. Su peso, referido á 5 kilogramos, expresa en último análisis el grado de desgaste ó el coeficiente buscado.

Los cuidados más minuciosos se han puesto en práctica para hacer el ensayo de todas las muestras en condiciones perfectamente idénticas y para que los resultados fuesen, por consiguiente, comparables.

No habiendo dado los mejores materiales, en las condiciones indicadas, menos de 100 gramos de polvo, ó sea 20 gramos por kilogramo de materia, ó el 2 por 100 de su peso, la Comisión ha juzgado que convenia adoptar el coeficiente 20 para las muestras cuyo desgaste alcanzare á esta proporción.

Para las demás muestras ensayadas se ha calculado el coeficiente por la fórmula:

$$q_1 = 20 \times \frac{20}{u} = \frac{400}{u},$$

en la que u representa el peso en gramos de los detritus obtenidos por kilogramo de materia.

En resumen, los coeficientes inscritos en la columna 8.ª de los cuadros han sido determinados dividiendo el elemento constante 400 por los pesos de la columna 6.ª expresados en gramos.

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO.

A los ensayos hechos por medio del aparato Deval, para determinar la resistencia de los materiales al desgaste y al choque, ha agregado la Comisión los ensayos sobre el aplastamiento.

La resistencia al aplastamiento es proporcional á la carga de rotura por compresión, referida á la sección de las superficies sustentantes. Ha sido obtenida sometiendo á la compresión entre los platillos de una prensa hidráulica pequeños cubos de 0^m,025 de lado, cortados á sierra, de las piedras enviadas como muestras. El número de los ensayos hechos sobre cada cada ejemplar ha sido necesariamente muy pequeño, tanto á causa de la dificultad de preparación de cubos exactos, tallados en piedras generalmente duras, cuanto por el gasto, que se ha elevado, por término medio, á 2,60 francos por cubo.

Habiendo demostrado la experiencia que los materiales más duros rara vez resistían á una carga superior á 3.000 kilogramos por centímetro cuadrado de sección, la Comisión ha atribuido el coeficiente 20 á los materiales que presentan este grado de resistencia (*sensiblemente igual á la del hierro dulce*). Desde este momento se ha calculado el de las diversas muestras por la fórmula:

$$q_2 = \frac{3.000^k}{20} \times e = \frac{e}{150}$$

en la que representa e la carga de rotura, expresada en kilogramos, por centímetro cuadrado de sección.

Los coeficientes de la columna 9.ª de los cuadros han sido obtenidos dividiendo cada uno de los pesos de la columna 7.ª por el número constante 150.

RESULTADOS GENERALES DE LOS ENSAYOS.

Con arreglo á la circular ministerial de 18 de Diciembre de 1878, los ingenieros jefes dirigieron á la Comision la nomenclatura de las muestras que proponian para someterlas al ensayo, cuyo total se elevó á 2.414, de los cuales 1.562 ya habian sido probados en los caminos. Habiendo parecido excesivo este número, se escogieron muestras con objeto de rebajar el número de ensayos á 7 ú 8 por departamento, ó sea un total de 600 á 700.

La cifra exacta de las muestras admitidas ha sido 637, de las que 525 están ya experimentadas en los caminos. Su clasificacion es como sigue:

1.º	Calcáreas.....	146
2.º	Sílices.....	121
	{ Silico-calcáreas..... 6	
	{ Piedras llamadas de molino..... 18	
	{ Sílice..... 97	
3.º	Cuarzos.....	55
4.º	Areniscas.....	78
	{ Cuarcito..... 25	
	{ Areniscas..... 47	
	{ Grauwaches..... 1	
	{ Arkoses..... 5	
	{ Granitos..... 59	
	{ Gneis..... 14	
5.º	Granitos.....	79
	{ Sienita..... 2	
	{ Leptynites..... 2	
	{ Esquistos micáceos..... 2	
	{ Anfibolia..... 1	
	{ Anfibolita..... 2	
6.º	Anfibolia.....	17
	{ Serpentina..... 2	
	{ Ophites..... 4	
	{ Diorita..... 8	
	{ Feldespatos..... 2	
7.º	Feldespatos.....	15
	{ Pedernal jaspeado..... 3	
	{ Eurita..... 10	
	{ Pórfidos..... 30	
8.º	Pórfidos.....	34
	{ Fonolita..... 1	
	{ Arcillólifira..... 1	
	{ Melafiro..... 2	
	{ Basaltos..... 18	
9.º	Basaltos.....	23
	{ Trapps..... 2	
	{ Wake..... 1	
	{ Lavas..... 2	
	{ Mezclas..... 38	
10.º	Diversos.....	69
	{ Esquistos..... 13	
	{ Escorias de las fraguas..... 5	
	{ Pudingas..... 2	
	{ Indenominadas..... 11	
	TOTAL.....	637

Por término medio, se han hecho 40 ensayos semanales.

Antes de recurrir al aparato Deval para determinar la calidad de las muestras bajo el punto de vista del desgaste, y para apreciar más exactamente la seguridad de sus indicaciones, se han hecho algunos experimentos ante la Comision en el laboratorio de la plaza d'Enfer, en donde el servicio municipal de la ciudad de París hace sus ensayos.

Para ello se han colocado materiales de la misma naturaleza (areniscas cuarzosas de Calvados) en los dos cilindros, y los pesos de los polvos recogidos despues de una rotacion de várias horas sólo han diferido en un 4 por 100. Ademas se ha ejecutado una operacion ordinaria con dos clases distintas de materiales, pero dividiéndola en várias fases sucesivas de igual duracion; pesados los polvos correspondientes á todas ellas separadamente, han dado por resultado la dismi-

nucion de una fase á otra, pero con relacion sensiblemente constante, como lo atestiguan las cifras siguientes:

Areniscas de Ham.	{ 1,22
	{ 1,12
	{ 1,12
Areniscas de Thuin.	{ 1,29
	{ 1,29
Cuarcito de Domfront.	{ 0,84
	{ 0,80
Cuarcito de Fenguerole.	{ 1,16
	{ 1,05
	{ 1,07

Estos resultados parecen satisfactorios y prueban la confianza que merece el aparato, teniendo en cuenta la incertidumbre que en sí lleva la determinacion de dicho coeficiente.

La Comision ha podido apreciar desde luégo la calidad del aparato en el curso de los experimentos, y ha encontrado siempre concordantes sus indicaciones, excepto en algunas especies de materiales, para los que á priori se sabía su inexactitud.

En efecto, la máquina de M. Deval ataca las piedras por los ángulos especialmente, los que redondea más y más en su continuado movimiento; pero á medida que van desapareciendo los ángulos, las piedras dan ménos polvo. Así es como los mismos materiales, ensayados tres veces consecutivas y en las mismas condiciones, han podido dar por término medio: la segunda vez, un peso de polvo equivalente á un $\frac{52}{100}$ del peso del primer ensayo, y la tercera un $\frac{40}{100}$.

Cuando están redondeados los materiales de antemano, como sucede con los guijarros enteros, apénas se desgastan en la máquina, lo que les atribuiria equivocadamente un coeficiente exagerado.

Otras anomalías provienen de que ciertas piedras, especialmente las sílices cretáceas, se hallan envueltas en su superficie con una especie de soroque ménos duro que el corazon, dando lugar de este modo á un desgaste excesivo con relacion á su calidad real.

Algunas piedras presentan sus caras erizadas ó puntiagudas, usándose las puntas en la máquina más que si fuesen planas.

Finalmente, pueden citarse algunas piedras esponjosas, como ciertas piedras llamadas de molino, que se aplastan con los choques á que las expone el aparato, mucho más rápidamente que si estuviesen encajonadas en el firme de una calzada.

Las dimensiones de la piedra partida ó guija no tienen gran influencia en el desgaste. Sin embargo, piedras pequeñas, tomadas de los mismos sacos que las más gruesas, han dado un poco ménos de polvo, y la diferencia ha sido por término medio de un 10 por 100.

Esperimentos hechos para tener buenos almacenes destinados á materias explosivas.

El austriaco Philip Hess, viene haciendo desde hace tiempo numerosos esperimentos para investigar los mejores materiales que deben emplearse en la

construccion de almacenes y talleres de fabricacion de sustancias explosivas, con objeto de preservarlos de un incendio. Hess rechaza en absoluto la antigua idea de hacer edificios muy sólidos con espesos muros. No hay muros que puedan resistir á una explosion, y si se llega á producir, lo conveniente es conseguir que haga el menor daño posible.

La proyeccion de las ruinas es el principal origen del peligro, y cuanto más pesadas sean, mayores serán los estragos que produzcan. Así es que es necesario establecer estas construcciones con materiales ligeros, y el autor recomienda especialmente la madera. Si se puede disponer de árboles elevados y copudos, se obtiene una proteccion aceptable, pero tal condicion rara vez puede ser realizada.

La madera tiene el inconveniente de ser fácilmente inflamable, y como con frecuencia obligan las circunstancias á almacenar las materias explosivas cerca de los trabajos en que deben ser empleadas, para los que se disponen hornos de diversa naturaleza, es indispensable proteger la madera contra las chispas de fuego ó las pavesas encendidas. Tambien deben tomarse precauciones contra el incendio que pueda producirse en el interior de la construccion. Para el primer objeto se emplean algunas veces cubiertas metálicas ligeras, pero estas cubiertas, eficaces para tal objeto, son peligrosas en caso de explosion, costosas en ciertos países, y en tiempos calurosos pueden representar un peligro real para las fábricas de dinamita. Tambien se hacen cubiertas muy seguras con compuestos de brea ó de asfalto; este sistema ha sido experimentado por el gobierno prusiano en Neustadt-Eberswalde, en 1854; y en Austria, en Graupen, cerca de Teplitz, en 1875, y adoptado su empleo.

Sin embargo, es difícil y costoso el entretenimiento, porque las partes esenciales se volatilizan bajo la accion del calor solar.

Para prevenir este efecto, en cuanto es posible, se emplea ordinariamente la arena, la grava menuda y el cemento; pero este procedimiento no es aplicable más que á superficies horizontales ó ligeramente inclinadas, y sin embargo, se necesitan mayores pendientes para la debida proteccion de los muros. El carton de amianto es una materia excelente, incombustible, mala conductora y absorbente del calor; pero es costoso, y hasta el dia no se ha conseguido obtenerle de menor espesor que un milímetro. Si se pudiese fabricar de la mitad de espesor, tendria igual eficacia y sería de uso económico.

Como hasta la actualidad no existen materias que respondan á las condiciones exigidas, el capitán Hess ha hecho una serie de experimentos sobre preparaciones para impregnar la madera y hacerla impermeable é incombustible. Várias tablas de madera tierna han sido recubiertas de las sustancias que se experimentaban, espuestas durante quince minutos á una corriente de agua, y frotadas con la mano; despues se ha puesto el lado preparado en contacto con un cilindro de cobre calentado al rojo claro hasta el enfriamiento, y finalmente se aplicó várias veces á las dos superfi-

cies el dardo de la llama producida por un soplete. Estos experimentos se han hecho sobre diversas sustancias, y la conclusion ha sido que el cristal soluble forma la base de los compuestos que han dado buenos resultados en combinacion con materias que dan lugar á la produccion de silicatos insolubles en la superficie de las maderas. Estas materias son la teja con baño, el ladrillo machacado, la cal hidráulica, el cemento, etc. Se estiende con igual volumen de agua una disolucion saturada de cristal soluble, y cuando se ha enfriado, se añade teja negra en polvo fino. Cuando está seco el baño ó capa que recubre la madera, se quita con una brocha el exceso de polvo no adherente, y se da una nueva capa en dos manos. Esta composicion ha sufrido el ensayo del agua y del calor, pero no ha resistido al dardo luminoso del soplete.

La sustitucion del ladrillo machacado ha dado malos resultados, porque al cabo de catorce dias no ha resistido el barniz á la accion del agua ni á la del soplete. Por el contrario, una composicion análoga, hecha con cales, ha soportado con éxito todas las pruebas al cabo de solos tres dias de aplicacion. Bajo la accion del soplete no caia la capa de proteccion hasta que la madera se habia carbonizado; pero todavía no habia preservacion absoluta contra la inflamabilidad.

El cemento Portland, aplicado sobre una capa de cristal soluble, ha dado mejores resultados; pero empleado en una fábrica de dinamita, es indispensable pintarlo de blanco para impedir que se caliente en verano.

Una preparacion de oxícloruro de zinc ha dado igual resultado que las cales. El capitán Hess no considera que estos experimentos hayan agotado la cuestion, y cree que podrian ensayarse con ventaja los cementos magnesianos, mezclas de cristal soluble con escoria pulverizada, feldespato, morteros hidráulicos y cementos, mortero selenítico de Scott, y otras sustancias análogas. Asimismo conviene ensayar la resistencia á las heladas, sin valerse de los frios naturales, sino humedeciendo fuertemente las superficies, y evaporando el agua instantáneamente por la aplicacion de la llama del soplete. Hess ha encontrado que el efecto de desagregacion obtenido por este medio es casi el mismo que el de la helada, pero sólo la preparacion con el cemento Portland ha sido la sometida á exámen, resistiendo perfectamente á esta prueba y á la helada. Ninguna de estas composiciones debe emplearse en el interior de los almacenes ó de los talleres, á causa del peligro que proviene de los fragmentos ó polvos que pueden desprenderse.

REDACCION DE LAS LIBRETAS DE NIVELACION.

Aunque la nivelacion sea una de las operaciones más sencillas y más elementales del arte del arquitecto y del ingeniero, no está fuera de propósito llamar la atencion de nuestros lectores sobre una causa que algunas veces plaga de errores las operaciones mejor hechas, y cuyas consecuencias pueden ser enojosas.

En la mayor parte de los trabajos técnicos de esta naturaleza se emplean para la inscripcion de las cotas de nivelacion tomadas sobre el terreno unos cuadernos impresos ó litografiados, divididos en columnas, de las que sirven las primeras para indicar los puntos nivelados y sus distancias; las tres siguientes reciben las cotas leídas en la mira *de atrás*, *intermedias* y *de adelante*; en otras dos columnas se estampan las diferencias positivas y negativas de las lecturas consecutivas; y, finalmente, la última columna contiene las alturas ó cotas referidas al plano general de comparacion que se ha escogido.

Veamos cómo se desliza frecuentemente una causa de error :

Algunos operadores, cuando desde un mismo punto de estacion del instrumento toman varias cotas, es decir, cota de atrás, cotas intermedias y cota de adelante, tienen la costumbre de calcular las diferencias desde el punto de atrás á cada uno de los intermedios, en vez de hacerlo de cada punto al siguiente.

Con este procedimiento cada punto queda calculado de una manera aislada, y es imposible comprobar la exactitud de los cálculos.

El mismo inconveniente ocurre cuando se emplea para calcular cada altura el método que enseñan algunos autores, y que consiste en partir de la altura del punto de origen, añadir la cota de la mira para este punto, lo que da para cada estacion la altura del plano visual del anteojo, y deducir de aquí para cada punto especial la altura de la mira. Estos dos sistemas pueden conducir á graves equivocaciones, que siempre se aperciben demasiado tarde.

Bajo su apariencia de sencillez ocultan un gran peligro estos procedimientos de cálculo, por cuya razon recomendamos que se dispongan las notas tomadas sobre el terreno de modo que se obtengan tres verificaciones en cada página.

Todas las cotas de atrás se inscriben en la primera columna de las cotas, todas las de delante en la segunda, y las cotas intermedias en la tercera.

Las columnas cuarta y quinta se consagran á las diferencias de cada punto al siguiente; la cuarta contiene las diferencias en *más*, y la quinta, las diferencias en *ménos*.

Las alturas ó cotas referidas se calculan añadiendo ó restando, segun los casos, cada diferencia de altura del punto que la precede.

Así es que la cota asignada á cada punto es la resultante del punto que ha precedido, y al mismo tiempo la generatriz de la cota del punto que sigue.

Se obtiene la seguridad de que no se ha cometido ningun error en el cálculo del modo siguiente :

La suma de todas las cotas de adelante, ménos la suma de todas las cotas de atrás, en la misma página, es igual á la suma de todas las diferencias positivas, ménos la suma de todas las diferencias negativas, é igual tambien á la diferencia entre la primera y la última cota referida de la página.

El ejemplo que sigue hará comprender mejor lo que precede.

Número de los piquetes.	Distancias entre cada piquete.	Distancias acumuladas desde el principio.	COTAS.			DIFERENCIAS.		Cotas referidas.	Indicaciones y observaciones.	
			De atrás.	De adelante.	Intermedias.	En más.	En ménos.			
			1	2	3	4	5			6
0	»	»	1.554	»	»	»	»	542.109	Umbral de puerta.	
1	»	»	»	»	1.656	0.111	0.102	542.007		
2	»	»	»	»	1.545	1.503	0.042	»		542.118
3	»	»	»	»	»	»	»	»		542.160
Jalon	»	»	»	1.281	»	»	0.222	»		542.382
4	»	»	»	1.344	»	1.509	0.048	»		542.217
5	»	»	»	»	»	1.461	0.039	»		542.265
6	»	»	»	»	»	1.422	»	»		543.304
7	»	»	»	»	»	1.008	0.414	»		542.718
Jalon	»	»	»	»	1.002	»	»	»		542.724
8	»	»	»	»	»	»	»	0.165	»	542.217
8	»	»	»	2.214	»	1.602	0.612	»	543.336	
9	»	»	»	»	»	1.347	0.255	»	543.591	
10	»	»	»	»	2.310	»	»	0.963	»	542.628
		Sumas	5.112	4.593		1.749	1.230		542.628	
		Diferencias.		+ 0.519			+ 0.519		= 0.519	

Para que tales verificaciones puedan hacerse página por página, es esencial que cada página comience por una cota de atrás y termine por una cota de adelante; á cuyo efecto, si se está en medio de una estacion, se inscribe la última cota leída como cota de adelante, y se comienza la página siguiente con el mismo número y la misma lectura de la mira, pero escribiéndola en la columna de las cotas de atrás.

TELAS ININFLAMABLES PARA LOS TEATROS.

M. H. de Parville, resume un estudio hecho por M. Imbs sobre el problema de ininflamabilidad de las telas. Se ha llegado á algunas soluciones que tienen por base el empleo de variadas composiciones químicas; pero la preparacion es difícil, y á ménos que no se ejecute muy concienzudamente, el fuego no deja de hacer estragos. M. Imbs ha creído, con razon, que se resolveria el problema más sencillamente para las decoraciones, telones y colgaduras de los teatros, no utilizando más que fibras de origen animal. La lana y la seda no se inflaman, se queman carbonizándose; las telas de seda muy compacta se consumen con dificultad. M. Imbs propone servirse de los desperdicios de la seda, que tienen poco valor comercial, para fábricas destinadas á la decoracion de los teatros, porque en las telas lisas de seda coge la pintura perfectamente. Estas telas especiales, no sólo no se prenderian fácilmente, sino que en el desgraciado caso de entrar en combustion, se extinguirian por sí mismas rápidamente y no podrian propagar el incendio.

Las consideraciones físicas sobre la combustion, con que abona el autor su pensamiento, son evidentemente exactas; pero aún cuando indica debe recurrir á los desperdicios de la filatura para el hilado de las telas referidas, parece probable, y esto es en verdad

sensible, que el precio relativamente elevado no permita su empleo práctico.

PINTURA ININFLAMABLE DE AMIANTO.

Como se observa por lo dicho en el artículo anterior, en muchas partes se están haciendo estudios sobre los procedimientos destinados á convertir en ininflamables las decoraciones de teatros. Actualmente se están llevando á cabo importantes experimentos en los talleres de Lavastre. Un estudio análogo se hace en Inglaterra, en donde se acaba de ensayar una nueva pintura á base de amianto en polvo, con la que se cubre la madera, el papel, la tela de algodón y la gasa. El método de ensayo es el mismo que el empleado para el barniz de Abel Martin: se cubre con el producto de prueba la mitad de la materia que sirve para el experimento, y quedando la otra mitad al estado natural, se prende fuego.

Los resultados obtenidos en el teatro del Palacio de Cristal en Lóndres parece que han sido satisfactorios: ha resultado constantemente, en madera ó tela, combustion lenta, análoga á la de la yesca, pero sin transmisión posible de uno á otro objeto, vista la ausencia de llama.

El amianto ofrece además la ventaja de ser blanco, y por consiguiente, de no alterar las tintas; es casi absolutamente resistente á los ácidos, y no aparece en la desecación ni en la eflorescencia.

Hace mucho tiempo que se propuso el empleo de las telas de amianto, y debió renunciarse á ellas por su peso y su rigidez; pero, desde hace poco tiempo, se hacen telas de amianto mucho más perfectas y ligeras, que utiliza la industria en la filtración de líquidos corrosivos.

Probablemente tomará esta cuestión nuevo aspecto de buen éxito; el empleo del amianto en polvo dará lugar quizá á una solución parcial del difícil problema que tanto se ansía ver resuelto.

ESTABLECIMIENTOS PELIGROSOS É INSALUBRES EN INGLATERRA.

El desarrollo de la industria hace sentir, en Inglaterra sobre todo, los inconvenientes que trae consigo, bajo el punto de vista de la higiene pública, la existencia de ciertas fábricas y su proximidad á las habitaciones. La ley inglesa sujeta estos establecimientos á ciertas reglas de policía sanitaria, pero difiere de la ley francesa en que no es, en principio al ménos, preventiva, sino esencialmente represiva.

Tal es el carácter de las leyes de 1863 y 1874, llamadas *alkali acts*, que ha confirmado y extendido una ley votada en las últimas sesiones. El *Local Government Board* (oficina de Obras públicas) ha dirigido el 24 de Octubre último, una circular á las autoridades sanitarias para la ejecución de esta última ley, la que se

aplica á todas las fábricas que producen vapores amoniacales ó ácido clorhídrico, y que la ley las coloca bajo la vigilancia de inspectores nombrados por la autoridad central, que se encargan de prescribir las medidas necesarias, ya para absorber los gases perjudiciales, ya para atenuar sus malos efectos. Se hallan comprendidas en esta categoría las fábricas de ácido sulfúrico, de abonos químicos, de ácido nítrico, de sulfato ó clorhidrato de amoníaco, etc.

En ciertas condiciones, las fábricas de sales y de cemento también están sometidas á la inspección. Toda fábrica á la que, según ley, se aplica la inspección, debe registrarse con el nombre y domicilio del propietario.

Las autoridades sanitarias pueden ser auxiliadas por un inspector suplementario, á condición, sin embargo, de ser de su cuenta la mitad de los haberes de este funcionario.

Cuando las exhalaciones perjudiciales causan daño á alguno por la acción ó negligencia de varias personas, el perjudicado puede exigir á una ó varias de estas personas una indemnización proporcional á su participación, aún en el caso de que, aisladamente, el hecho ó negligencia de los demandados no hubiese podido tener consecuencias indemnizables. Pero esta acción no puede ejercerse contra un industrial que justifique por un certificado del inspector que se ha conformado en un todo á las prescripciones de la administración.

Toda autoridad sanitaria puede, mediante denuncia de sus agentes ó de diez habitantes cuando ménos, elevar á la oficina de Obras públicas el conocimiento de las infracciones de la nueva ley que hayan cometido los fabricantes, aunque nada más perjudiquen á un sólo habitante de la circunscripción; en tal caso, abrirá la administración central una información, y tomará en su consecuencia las medidas que correspondan.

Rastrillo para levantar el enguijarrado de los caminos, invención de M. Mothiron.

Cuando se trata de recargar el bombeo de un camino enguijarrado es muy útil facilitar el enlace de los materiales nuevos con los antiguos por medio de un picado general, pues de no tomar esta precaución y limitarse á estender simplemente el material por la antigua superficie, se espone á que el recargado se levante por entero y se disgregue completamente, cuando por el desgaste se reduce á tres ó cuatro centímetros de espesor. Este resultado es sobre todo temible cuando los materiales de entretenimiento son gravas de río, cuyos ángulos redondeados impiden la compenetración del recargado y del cuerpo del afirmado.

El picado de los caminos enguijarrados se hace ordinariamente á pico y sale á un precio muy elevado, de 0,75 francos á 1,10 el metro superficial, por cuya razón rara vez se usa en el entretenimiento de las vías públicas. En Madrid siempre se preparan los recar-

gados del bombeo por medio del levantado á pico, y sería un verdadero progreso poner este servicio al alcance de todas las administraciones por una disminucion conveniente del precio de la operacion. Con este objeto ha inventado su *rastrillo* M. Mothiron.

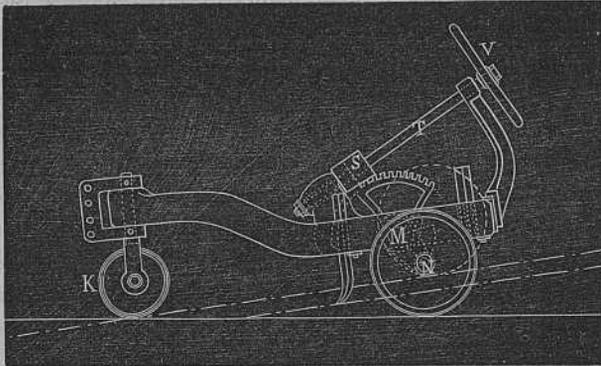


Figura 1.ª

M. Mothiron empleó desde luego un fuerte rastrillo de labranza, que cargaba con piedras; pero reconoció en seguida la necesidad de una disposicion especial, y encontrada, la hizo construir á la casa Pitter, muy conocida por la bondad de sus instrumentos agrícolas. Las figuras 1.ª y 2.ª representan el *rastrillo para levantar el enguijarrado de los caminos*.

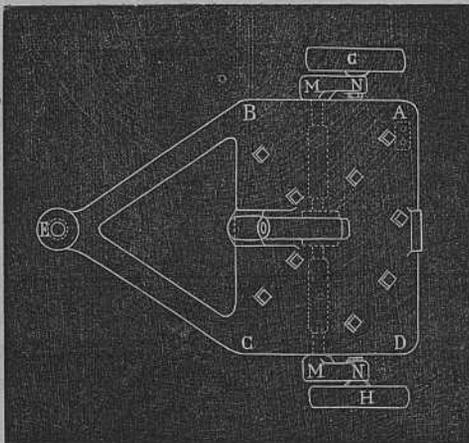


Figura 2.ª

El instrumento se compone de una gruesa placa de fundicion ABCD, de forma rectangular, con dos brazos que se reunen en el punto E. Este bastidor descansa en tres ruedas, dos de ellas, G, H, de 0^m,40 de diámetro, que forman con su eje un juego de rodaje perpendicular á la marcha del instrumento, y otra ruedecilla K, montada sobre una barra de horquilla de eje vertical colocada en el vértice E de la plataforma. El juego de las dos ruedas presenta una disposicion particular: están montadas en la extremidad de dos manivelas caladas sobre el eje horizontal, que atraviesa la plataforma ó bastidor, y que lleva un sector dentado P, que puede manipularse por medio de un volante de mano V, que mueve el piñon S. La plataforma de fundicion está armada con nueve fuertes

dientes, que en la posicion ordinaria no tocan al suelo. Si por una maniobra del volante se hace girar el sector de atrás hácia adelante, el radio de excéntrica que lleva cada rueda cambia su inclinacion poco á poco; la plataforma baja, y los dientes se ponen en contacto con el suelo y penetran á seguida en él trazando surcos.

Todos los dientes son de acero fundido, de seccion cuadrada y de forma de boca de pico en su extremo. En una de las aristas llevan muescas ó entalles, y encajando más y más cada diente á medida que el desgaste lo pide, se fija su posicion por una pequeña placa de contencion dispuesta en la cara inferior de la plataforma. Cada diente se afianza á la plataforma por medio de dos cuñas de hierro, que encajan en el vacío que queda entre el diente y la mortaja de la plataforma, y á consecuencia de tal disposicion, todos los dientes pueden ser quitados y reemplazados ó bajados, segun las necesidades.

El peso total del instrumento es de 1.200 kilogramos, y este peso, que parece suficiente para los caminos en general, deberá aumentarse notablemente para operar en materiales muy resistentes y de aristas vivas.

Los esperimentos hechos han dado los resultados siguientes: en un camino nacional se ha rastrillado una faja de 250 metros de longitud y 6 de anchura, es decir, una superficie de 1.500 metros superficiales, en 75 minutos, y con profundidad de 0^m,05 á 0^m,06. El rastrillo era tirado por diez caballos, y tres hombres dirigian la operacion vigilándola y maniobrando el volante. Los caballos empleados se unen inmediatamente al rodillo, de modo que no hay pérdida de tiempo. El gasto puede descomponerse como sigue:

10 caballos durante dos horas, á una peseta por hora.	20,00 pesetas.
3 hombres, id., id., á 0,60 pesetas.	3,60 »
Agues y desperfectos de nueve dientes, á una peseta uno.	9,00 »
Gasto total.	<u>32,60 »</u>

Lo que da para el metro superficial de este género de rastrilleo el precio de

$$\frac{32,60}{1500} = 0^p,022.$$

Á este precio debe agregarse el interés y la amortizacion del precio del instrumento, y los gastos de reparaciones, que son variables segun las circunstancias; pero puede asegurarse que nunca excederá el precio de rastrilleo por metro cuadrado de 0^p,05 á 0^p,06, lo que es una cantidad insignificante si se compara con el precio del rastrilleo hecho á brazo.

En los casos en que el sentado del material se hace con rodillo compresor á vapor conviene suprimir los caballos para que el rastrillo sea arrastrado por el cilindro compresor.

Á las ventajas ya indicadas del rastrilleo de los caminos debe añadirse que esta operacion disminuye la

cantidad de materia necesaria para el entretenimiento y que economiza un cuarto ó un tercio del número de rodadas del cilindro ó rodillo, resultando luego más económica la conservacion.

EL TRIPOLITO.

Con este nombre se designa en Alemania una sustancia que parece va aclimatándose para ciertas aplicaciones, segun el *Deutsch Industrie Zeitung*, de donde está extractada esta noticia. Es más duro y resistente que el yeso ordinario, y resiste mejor que éste la influencia atmosférica.

Segun la patente alemana, se hace con yeso pulverizado, silicato de alúmina, coque y limaduras de hierro, que despues de mezclado, se calienta y se enfria bruscamente. Segun la patente inglesa, consta de 9,55 partes de yeso, 1 de hulla y 0,6 de limaduras.

Puede tomarse el yeso que hay en la parte baja de las canteras, el cual contiene silicato de alúmina. La temperatura de la mezcla debe ser de 12° en una caldera, moviendo el polvo continuamente, y cuando está bien seco, se eleva á 200°; se echa luego á un tamiz de mallas de 4 milímetros, y se agita rápidamente.

Para usarlo, se amasa con agua como el yeso, y se moldea: fragua en cinco minutos. Se usa principalmente en las operaciones quirúrgicas, porque su resistencia á la traccion es doble de la del yeso y es ménos denso que éste. Para usarlo en los edificios se hacen cuatro clases de mezcla:

- | | |
|-----------------|--|
| 1. ^a | 1 parte de tripolito y 1 de arena fina. |
| 2. ^a | 1 » 1 » y 1 de cal. |
| 3. ^a | 1 » 2 » gruesa de rio. |
| 4. ^a | 1 » 1 de cal. |

Se trata, pues de un cuerpo intermedio entre el yeso y el cemento. Se adhiere bien á la piedra y al hierro, no se contrae y no es heladizo ni higrométrico. Se han hecho varias aplicaciones: segun algunos, no es ventajoso para obras exteriores; segun todos, lo es para las interiores.

Es, por otra parte, de un producto de fácil experimentacion, y cuyas ventajas serán sensibles allí donde no haya buenos yesos, como sucede en el Norte de España, no ciertamente en el Levante.

EL DESHIELO ARTIFICIAL.

En los países del Norte de Europa es cosa corriente el empleo de la sal para producir el deshielo artificial en tiempo de nieve, y como en España apenas se habrá usado de un modo particularísimo tal procedimiento, creémos interesante citar algunos resultados obtenidos durante el último invierno.

La operacion de estender la sal es muy fácil, y se hace á paletadas; esta materia se lleva en una carretilla, y un obrero va esparciendo la sal como lo haria

con la arena, por ejemplo. No es indispensable que se esparza uniforme, porque los piés de los caballos y las llantas de las ruedas trasportan á todas partes la sustancia salina.

La cantidad de sal empleada varía con el espesor de la capa de hielo que debe liquidarse, y del grado de fluidez que se desea dar al lodo, de cuya fluidez dependen, su resistencia á la congelacion ulterior, su accion sobre la rodadura y la facilidad de levantarlo.

Una capa de nieve convertida en hielo por los efectos combinados de las heladas y de la circulacion, cuya capa tenga de cuatro á cinco centímetros de espesor, se reduce perfectamente por una dosis de sal, esparcida á razon de 200 gramos por metro superficial.

Cuando la superficie del suelo presenta sólo pequeñas crestas de hielo adherente, basta con salar el metro cuadrado con 100 gramos para garantizar el pavimento contra las heladas durante varios dias.

P. d'Ussel, ha aplicado el procedimiento de la sal á 175.000 metros cuadrados de vía, en los dos cuarteles que están á su servicio. El gasto ha sido de 25.000 kilogramos de esta sustancia, y el resultado excelente.

Las Compañías de tranvías tambien han tocado resultados económicos, y han obtenido en los países del Norte la franquicia de los derechos fiscales que gravan la sal. Las diversas calidades de sal marina que ofrece el comercio son las siguientes:

1.º Las sales puras, que son la sal refinada de cocina, y la sal triturada sin vestigios de agua de interposicion.

2.º Las sales alteradas, que, por su mezcla con brea, ocre ó esencia de ajeno, son las sales empleadas en la agricultura.

3.º Finalmente, las sales que han servido para la salazon de pescados ó han sido empleadas en las tenerías para la preparacion ó la conservacion de las pieles. Todas estas clases de sales se han ensayado, deduciendo que las de salazon ó de tenerías deben desecharse por obrar muy lentamente, y que, á igualdad de peso, el efecto de las sales refinadas es superior al de las sales alteradas.

La sal refinada vale 22 pesetas los 100 kilogramos. En estas 22 pesetas se hallan 10 de derechos para el Estado, y 6 por arbitrio municipal, es decir, que hay un gasto de 16 para el fisco y 6 por la materia. Por consiguiente, la sal refinada sólo cuesta 6 pesetas cada 100 kilogramos, deducidos los derechos. En iguales condiciones la sal triturada no cuesta más que 3 pesetas.

Ahora bien; miéntras los enarenamientos reiterados para tener eficacia algo duradera cuestan 0,053 por metro cuadrado, el uso de la sal triturada, cuya mano de obra es mucho menor, y cuyos efectos son siempre más seguros, cuesta solamente 0,007 por metro cuadrado, es decir, ocho veces ménos.

Hecho económico el empleo de la sal para este objeto, podria utilizarse en los países frios de España, no dudando que el Estado declararia libre de derechos la sal que los municipios dedicáran á estos tra-

bajos públicos, á imitacion de lo que en países del Norte se ha hecho con los municipios y las Compañías de tranvías. En las grandes ciudades, sobre las vías muy frecuentadas, en las que hay pendientes más ó ménos fuertes, en las proximidades de las estaciones, puertos, puentes, y en general en todas aquellas partes en que deba sostenerse en todo tiempo una circulacion importante, sería la sal el agente de deshielo por excelencia.

DATOS BIOGRAFICOS

DEL ARQUITECTO, EL EXCMO. SR. D. JOSÉ SOLANO DE LA MATA LINARES, MARQUÉS DEL SOCORRO.

Entre las sensibles pérdidas recientes que lamenta con justicia nuestra patria, hállase la del Arquitecto distinguido cuyo nombre y título nobiliario encabeza estas líneas.

Nosotros al adherirnos sinceramente al dolor de la apreciable familia del finado, que tan excelente representacion ha dejado en las letras y en las ciencias con las personas de sus hijos, ennobleciendo con el saber la nobleza de su sangre, nos proponemos en las siguientes líneas dar un testimonio de recuerdo, aunque débil sea, á la memoria del inolvidable Marqués, exponiendo á la consideracion de nuestros lectores algunos apuntes biográficos del respetable Presidente de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

A ese fin daremos á conocer quiénes fueron sus antecesores, reseñaremos sus primeros años, presentaremos la síntesis de sus servicios militares, políticos, científicos y artísticos, y terminaremos resumiendo algunos otros no ménos importantes.

Nació el señor Solano en Madrid á 8 de Mayo de 1802, siendo bautizado en la iglesia parroquial de San Martín. Fueron sus padres el Excmo. Sr. Don Francisco Solano y Ortiz de Pozas, Marqués del Socorro, caballero de la Orden de San Juan y de Santiago, teniente general de los ejércitos, capitán general de Andalucía; y la Excmo. Sra. D.^a Francisca Javiere de la Matalinares y Barrenechea, Condesa del Carpio, Marquesa de la Solana.

Estos á su vez eran tambien descendientes de noble estirpe, pues procedian, respectivamente, del Excmo. Sr. D. José Solano y Bote, capitán general de la Real Armada, caballero de la Orden de Santiago, Gran Cruz de Carlos III, primer Marqués del Socorro, cuyo título le fué concedido por el Rey Don Carlos III, por sus dilatados y variados servicios como oficial y general de Marina, y especialmente por haber cooperado eficazmente con la escuadra de su mando á la rendicion de la plaza de Panzacola; y de la Excmo. Sra. D.^a Rafaela Ortiz de Pozas, hija del primer Conde de Poblaciones, dama noble de la reina María Luisa.

Del Ilmo. Sr. D. Juan de la Matalinares y Vazquez Dávila, primer Conde del Carpio, caballero de la Orden de Calatrava, del Real Consejo de las

Órdenes; y de la Ilma. Sra. D.^a Rita Barrenechea y Novia de Salcedo, Marquesa de la Solana.

Sus primeros años.—A poco de nacer fué conducido á Cádiz, capital entónces de la capitania general de Andalucía, para cuyo cargo fué nombrado su padre. Con la felicísima memoria que conservó hasta el fin de su vida, á un recordaba haber visto, cuando contaba poco más de tres años, penetrar en la bahía un navío español, casi desarbolado, perseguido hasta la entrada del puerto por una fragata inglesa, en el día de la memorable batalla de Trafalgar, y haber presenciado el entierro del general Gravina.

Muerto desgraciadamente su padre, víctima de la envidia de algunos que supieron explotar las pasiones populares, pasó con su affligida madre á Madrid y luégo á Bilbao, donde estudió las primeras letras y el dibujo, y más tarde á Valladolid, en cuya poblacion cursó las humanidades.

Servicios militares.—En 1820 ingresó en las milicias provinciales, en calidad de teniente sin sueldo, siendo agregado al Estado Mayor, en cuyo concepto hizo toda la campaña hasta el año 1823, á las órdenes del conde La Bisbal y del general Burriel. En este último año fué propuesto por méritos de guerra para la cruz de San Fernando y el empleo de capitán. Refugiado en Cádiz con el ejército liberal, al cual pertenecia, pidió y obtuvo su licencia absoluta.

Estudios.—De regreso á Madrid, se dedicó al estudio de las Matemáticas y de las Ciencias Físicas y Naturales, siendo discípulo, en el Palacio Real, del renombrado D. Juan Mieg, y asistiendo á las enseñanzas del Jardín Botánico y del Gabinete de Historia Natural.

La carrera de la Arquitectura vino á coronar sus estudios, obteniendo en 13 de Marzo de 1831 el título de Arquitecto de la Real Academia de San Fernando.

Servicios políticos y administrativos.—Sirvió en la Milicia Nacional de Madrid como granadero del cuarto batallon, renunciando el cargo de comandante, para el que fué nombrado. Fué diputado provincial desde el año 1836 á 1838, desempeñando en 1836 el cargo de vocal secretario de la Comision de Armamento y defensa, y el de individuo de las comisiones de Redencion de actas, Informes de conducta política, Reemplazos del ejército, Contribuciones, Abastos públicos, Pósitos, propios y arbitrios, Juzgados de primera instancia, Cárceles de partido y Cuentas. Fué elegido en 1841 alcalde 5.^o de Madrid, y alcalde 4.^o en 1842 y 1843, desempeñando ademas, dentro del Ayuntamiento, diversas comisiones, y siendo presidente de la de Hacienda, de la nombrada para el establecimiento de la estadística electoral y de la especial creada para proponer un sistema de cuenta y razon. Posteriormente, en 1856, fué nombrado de nuevo individuo de la Corporacion municipal. Formó parte de la Junta Consultiva de Policía Urbana los dos años de su existencia, siendo su depositario, y últimamente su presidente, y habiendo evacuado numerosos dictámenes. Fué vocal de la Junta Municipal de Benefi-

encia, y encargado en ella de varias comisiones durante los años 1839 á 1843, y nombrado de nuevo de la parroquial en 1854.

En 1838 recibió encargo de girar una visita al Hospital general, para informar sobre su estado y administracion, como lo ejecutó. En 1854 fué nombrado presidente de una Comision especial de informacion acerca de la Superintendencia de las minas de Almaden.

Fué comisario regio del Consejo de Administracion del Canal de Isabel II, desde su fundacion en 1850, y Presidente del mismo desde el fallecimiento del Sr. Conde de Sástago hasta la disolucion de dicho Consejo en 1867.

Representó á la Real Academia de Ciencias en el Senado en cuatro legislaturas.

Servicios científicos y artísticos. — Fué vicepresidente del Instituto Industrial de España, creado en 1840 con objeto de promover el desarrollo de la industria nacional en todos sus ramos.

Elegido individuo de la Academia de Ciencias Naturales de Madrid, en 1834, desempeñó en ella los cargos de tesorero, vicepresidente y presidente, siendo como tal encargado, á la creacion de la Real Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales en 1847, de proponer los individuos que habian de constituirla. Tanto á la antigua Academia como á la nueva dió hospitalidad en su propia casa, durante varios años, hasta la instalacion definitiva de la última en el local proporcionado por el Ministerio de Fomento. Ideó el emblema de la medalla que le sirve de distintivo, y fué desde la fundacion de la nueva Academia presidente de la seccion de Ciencias físicas, y vicepresidente de la Corporacion, y desde 1866, presidente, en cuyo cargo ha venido siendo reelegido hasta su fallecimiento. Durante todo este tiempo son numerosos los dictámenes emitidos y comisiones de que ha formado parte.

En 1836 fué nombrado académico de honor de la Academia de Nobles Artes de San Fernando; en 1845, consiliario de la misma, y en 1853, presidente, cuyo cargo dimitió posteriormente.

Entre otras comisiones desempeñadas en esta Academia, figuran las de reforma de los estatutos de la misma, Reglamento de la Junta inspectora de los estudios, planes de estudios, aplicacion del colegio de San Clemente en Bolonia, etc.

Fué comisario regio de la escuela superior de Arquitectura hasta Setiembre de 1868.

Cargos varios. — Fué uno de los fundadores de la Caja de Ahorros, en cuyo establecimiento ejerció el de Director, figurando como individuo del mismo hasta el año de 1868, en que dimitió.

En la Sociedad Económica Matritense desempeñó los cargos de censor y director varios años, siendo durante mucho tiempo uno de los socios más asíduos.

Fué tesorero de la Sociedad formada para mejorar la educacion del pueblo. Fué tambien uno de los fundadores del benéfico asilo de Nuestra Señora de la Asuncion, destinado á recoger y dar oficio á huérfanos

de artesanos que contribuyen á la construccion de edificios, en cuya institucion desempeñó desde el principio el cargo de vicepresidente, mereciendo ser últimamente nombrado protector del mismo, por los especiales beneficios á él suministrados.

Y por último, perteneció á varias Academias y sociedades científicas y literarias españolas y extranjeras, que fuera largo enumerar, y se hallaba condecorado con el collar de la Orden de Carlos III.

Tales son, rápidamente enumerados, los datos á que nos referimos al principio referentes al Marqués del Socorro, cuya muerte será siempre sentida, y cuya vida permanecerá siendo uno de los más patentes ejemplos que tanto necesita nuestra patria para adelantar en el verdadero camino de la civilizacion.

VARIEDADES.

PRECIO DE LA UNIDAD DE TRABAJO EN LOS DIFERENTES MOTORES.—El diario de la Sociedad de Arquitectos é Ingenieros de Hannover, establece como sigue el gasto por hora, necesario para obtener la potencia efectiva de un caballo con diversos motores:

Máquina de vapor de 100 caballos.....	0,095 francos.
Id. id. de 200 id.....	0,550 "
Máquinas de aire caliente de Lehmann, de 200	0,330 "
Motor de gas, Otto, de 200.....	0,330 "
Id. y Langen, de 200.....	0,330 "
Motor de agua de Schmid, de 200.....	1,200 "
Caballos.....	0,560 "
Trabajo del hombre.....	2,500 "

Claro está que estas cifras están sometidas á diferencias económicas muy sensibles, segun los países y la region en que se utilicen las fuerzas. Por tanto, sólo pueden ser consideradas como coeficientes que han de modificarse en cada caso, segun el valor relativo que adquieran con relacion á una de ellas tomada por unidad.

LADRILLOS Y REVESTIMIENTOS BÁSICOS.—Tendiéndose en la actualidad á la desfosforacion por el empleo de sales básicas, darémos cuenta de un procedimiento de fabricacion de ladrillos básicos que acaba de ser propuesto por M. A. Von Kerpely, de Chemnitz.

Sus ladrillos se componen de cal, ácido piroleñoso y agua; ó bien se trata por el ácido clorhídrico la dolomia pulverizada, y se le añade la siguiente mezcla, como materia adherente: cal dolomética, 112 gramos; agua, 25 centímetros cúbicos; vinagre, 25 centímetros cúbicos.

LADRILLOS REFRACTARIOS.—A propósito de ladrillos señalamos tambien una composicion indicada por M. Hickman, de Stonebridge (Inglaterra), para obtener ladrillos que, segun él, poseén grandes cualidades refractarias. Consiste en mezclar tres partes de teja machacada con una parte de arcilla refractaria, desleyendo en la cantidad de agua necesaria, y cociendo el producto como la tierra refractaria ordinaria.

Conductor de máquinas tipográficas (Manual del), por D. Luciano Monet. Pertenece á la misma coleccion.
Fundidor de metales (Manual del), por D. Ernesto de Bergue. Pertenece á la misma coleccion.
Manual de música, por el Sr. Blazquez de Villacampa. Pertenece á la misma seccion.
Manual de litografía, por los Sres. Zapater y García Alcaráz. Pertenece á la misma seccion.
El Libro de la familia, por D. Teodoro Guerrero.
Derecho Administrativo popular (Manual de), por Don Francisco Cañamaque.

OBRAS DE DIVERSOS AUTORES.

Nociones de Mecánica de sólidos, por D. Eduardo Lozano, catedrático de Física. Edicion ilustrada. Precio 5 pesetas.
Elementos de tasacion forestal, del ingeniero italiano Cav. Francisco Piccioli, Director de la Real Escuela de Montes de Vallombrosa, traducidos por R. Alvarez Serreix. Precio 6 pesetas.
Investigaciones filosófico-matemáticas sobre las cantidades imaginarias, por Apolinar Fola Igburide. Primera seccion. Precio 7 pesetas.
Estudios fisicos, por D. Eduardo Lozano, Catedrático de Física. Precio en provincias, 5 reales.
Voyage au Cambodge.—L'Architecture khmer, por L. Delaporte. Preciosa obra con 175 grabados, precio 20, 28 y 32 pesetas y ademas el porte.
Grand livre. Méthode Cornet.—Le nouveau journal. Grand livre.—Tipo de contabilidad uniforme, 6 la teneduría de libros demostrada y practicada por medio de un solo registro; Precio: 12 reales, franco libro.
 Llamamos la atencion hácia este nuevo libro.
Taquimetría. Exposicion de los métodos modernos para levantar planos, por D. Mariano Cardedera y D. Juan Alonso Millan, en provincias, 6 pesetas.
Les Beaux Arts à l'Exposition universelle de 1878, par Charles Blanc. Ademas del porte, 4 pesetas.
Le Dessin à l'école primaire, por Claudio Sauvageot. Obra formada por diez cuadernos, que contienen modelos de dibujos para niños, explicaciones de los objetos que representan y sitio en blanco para copiar dichos modelos. Muy recomendada en Francia. Precio de los diez cuadernos, 3 pesetas ademas del porte.
Cours de Mécanique para uso de las Escuelas de Artes y Oficios, y de enseñanza especial en los liceos, por Mr. Pascal Dulos. Gauthier Villard, editor. Cuatro tomos en 4.º Obra nueva y muy recomendable para los hombres de ciencia y los constructores por el espíritu práctico que tiene. El 4.º tomo está en publicacion.
Anuario del Industrial, del Fabricante y del Inventor. Compendio de utilidad á los propietarios, arquitectos y constructores, por D. J. Sivilla. Precio en provincias, 6 pesetas.
Escuelas públicas de Instruccion primaria.—Su disposicion, construccion y mueblaje, por D. Enrique María Repullés y Vargas. Precio en provincias, 24 reales.
El Cartero.—Ordenanzas, reglamentos, disposiciones, noticias relacionadas con esta clase de funcionarios, por don J. Novo y D. J. Brocas. En provincias, 6 reales.
Conservacion de las vias férreas (Manual práctico de), por D. Mariano Matallana. Obra importante, de 669 páginas. En provincias, 32 reales.
Diccionario de Arquitectura é Ingenieria, por D. Pelayo Clairac, con un Prólogo por el Excmo. Sr. D. Eduardo Saavedra. Obra que se publica por entregas al precio de 6 reales.
Exposicion de 1878.—La construccion de todas la naciones, por Juan Sacheri. Obra en italiano, con preciosas láminas y grabados en el texto, 100 reales.
Les Bois.—Estudio sobre la madera desde su fisiología hasta su nomenclatura, manera de trabajarla, cubicarla y trasportarla, por Dupont y Bouquet de la Grié.
Complemento al Diccionario de Arquitectura, de don Pedro Chabat. Obra francesa, de 600 páginas y 800 figuras. Precio en París, 20 francos.
La Divina Comedia, de Dante Alighieri, poema traducido por D. José María Carulla. El Infierno, El Purgatorio y El Paraíso forman un tomo de 700 páginas. En provincias, 34 reales.
Calefaccion y ventilacion de los lugares habitados, por P. Planat. Obra en 8.º grande, de 608 páginas, 330 grabados y cuadros gráficos. Precio en París, 32 francos.
Marcos de maderas para la construccion civil y naval, con el precio que tienen en las provincias de España, por don Eugenio Plá y Rave. Obra de 162 páginas. Precio en provincias, 16 reales.

Estética de las artes del Dibujo, por D. Luis Cabello y Aso. En provincias, 40 reales.
El Arquitecto: su mision, educacion, conocimiento y enseñanza, por el mismo autor. En provincias, 6 reales.
Estudios periciales (segunda edicion), por D. Leonardo Crespo y Pozas, nueva publicacion. Precio 28 reales.
Arte de hacer versos al alcance de todo el que sabe leer, por D. Antonio Trueba.

OBRAS DE DON RICARDO MARCOS BAUSA,
 ARQUITECTO.

	Reales.
El Pararayos. Su utilidad, construccion y emplazamiento, ilustrada con grabados..... en provincias	12
Guia del contratista de obras y servicios públicos. Un tomo de 246 páginas..... en provincias	14
Manual del albañil , ántes indicado.	

OBRAS DE DON JOSÉ ANTONIO REBOLLEDO,
 PROFESOR DE LA ESCUELA DE INGENIEROS DE CAMINOS.

	Reales.
Construccion general. Un tomo en 4.º de 486 páginas y un atlas en fólio de 35 láminas, en provincias	172
Casas para obreros ó económicas. Un tomo en 4.º, de 125 páginas, con una lámina litografiada..... en provincias	12
Manual del constructor práctico. Un tomo en 4.º, de 354 páginas, con 11 láminas litografiadas.... en provincias	38
Los Héros de la civilizacion. Un tomo en 4.º con 381 páginas y cinco láminas intercaladas en el texto..... en provincias	24

OBRAS DE DON MODESTO FOSSAS PÍ,
 ARQUITECTO.

	Reales.
Tratado de policía y obras públicas urbanas. Un tomo en 4.º con 653 páginas..... en provincias	68
Complemento al Tratado anterior. Un tomo en 4.º con 304 páginas..... en provincias	28

OBRAS DE DON MARIANO CALVO,
 PROFESOR DE LA ESCUELA DE ARQUITECTURA.

	Reales.
Tratado de aguas en provincias	44
Tratado de paredes, vistas y luces en id.	44
Monografía de la pintura en id.	24

OBRAS DE DON JOSÉ MANJARRES,
 EX-PROFESOR DE LA ESCUELA DE BELLAS ARTES DE BARCELONA

	Reales.
Teoría estética de la Arquitectura. Obra premiada por la Real Academia de San Fernando.	
Teoría estética de las artes del Dibujo , ilustrada con grabados..... en provincias	54
El Arte en el Teatro. Un tomo en 4.º con 320 páginas, ilustrada con grabados..... en provincias	24
Las Bellas Artes. Historia de la Arquitectura, Pintura y Escultura..... en provincias	52
Nociones de Arqueologia cristiana , para uso de los Seminarios, Conciliares, Párrocos y cuantos intervienen en la conservacion de los templos.	

OBRAS DE MR. PIERRE CHABAT,
 ARQUITECTO Y PROFESOR DE LA ESCUELA DE ARTES Y OFICIOS DE PARÍS.

	Reales.
Dictionnaire des termes employés dans la construction. Dos volúmenes en 8.º, con 2.883 figuras intercaladas en el texto..... ademas del porte	280
Fragments d'Architecture. Egipto, Grecia, Roma, Edad Media, Renacimiento, Edad moderna. Obra ilustrada con 60 láminas..... ademas del porte	180
Batiments de chemins de fer. Dos volúmenes, con 100 láminas cada uno..... ademas del porte	800
Elements de construction para la enseñanza del Dibujo en las Escuelas: Geometría, Ejercicios, Albañilería, Carpintería, Herrería, Ebanistería, Cerrajería, Cubiertas, con 84 láminas.... ademas del porte	184
La Brique et la terre cuite. Estudio critico del empleo de estos materiales, fabricacion y usos, multitud de motivos de construccion y decoracion de ladrillo, escogidos entre la Arquitectura de las diversas épocas. Obra muy recomendable.	

REVISTA
DE LA
ARQUITECTURA
NACIONAL Y EXTRANJERA.

Premiada con medalla de plata en la Exposición de 1879.

NOVENO AÑO DE PUBLICACION.

Barquillo, 5, segundo, Madrid.

Se publica generalmente por mensualidades, en grandes cuadernos de treinta ó más páginas, con grabados, cuando es preciso, al precio de 15 pesetas al año, en España, y 20 en el extranjero.—Números sueltos 2 pesetas.

La suscripción puede hacerse remitiendo el importe de un año en libranza ó carta para cobrar en Madrid.

No se servirá reclamación alguna fuera del plazo de los dos meses posteriores á la fecha de cada número.

Cuando la índole de los asuntos lo exige se publican suplementos.

Los artículos y demas trabajos que remitan los suscritores para la inserción y no se hayan publicado en el trascurso de los seis meses siguientes á la remisión, se devolverán á sus autores.

ANUNCIOS : Una página, 75 pesetas; media, 30; un cuarto, 20; un octavo, 10; anuncio sencillo, 5. Por anualidades se rebaja un 50 por 100. Anuncios para larga plaza, precios convencionales.

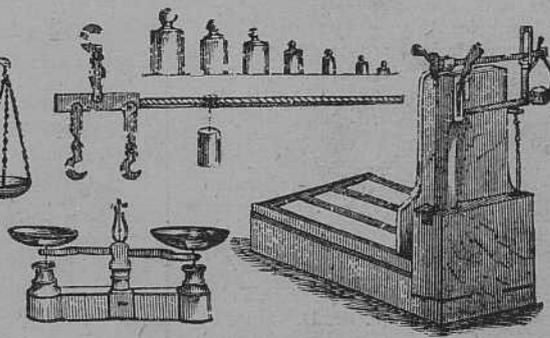
Los pedidos de todo lo anunciado pueden hacerse á la Administración de la Revista, que los satisfará con interés y prontitud.

MANUEL PARRA,

CONCEPCION JERÓNIMA, NÚMERO 26, MADRID.

CINTAS METÁLICAS, MEDIDAS DE LIQUIDOS Y ARIDOS, METROS, ARCAS DE HIERRO
PARA FONDOS.

BALANZAS
PESOS Y PESAS
DE
LATON Y HIERRO.



BÁSCULAS
Y ROMANAS
DE
TODOS ALCANCES
Y SISTEMAS.

CONSTRUCCIONES DE HIERRO.

TALLER DEL ARQUITECTO D. JUAN TORRAS.

Vigas y Jácenas de todas formas y dimensiones, Armaduras para cubiertas, Puentes, Depósitos para líquidos, Piés derechos, Columnas, etc.

Para cualquier pedido ó consulta dirigirse:

Ronda de San Pedro, núm. 184, Barcelona.