

larmente llamar la atención es, que una red de vías férreas á vapor hará emigrar anualmente de la provincia la regular cantidad que supone la adquisición del carbón necesario. Análogas contribuciones son uno de los males que afligen á España.

Y en fin; ¿á qué rebuscar en las minucias del asunto ventajas que no escapan á cualquiera? Desde el momento en que se cuenta con fuerza hidráulica suficiente (1), sólo la costumbre inveterada de no adoptar procedimientos nuevos hasta que en el extranjero nos guíe alguien que marche veinte años adelante en el camino del progreso, puede detenernos; pero que nuestros hombres públicos reflexionen maduramente sobre las inmensas ventajas del mecanismo de que voy á dar una somera idea, y que mejor que yo podrán estudiar minuciosamente los Ingenieros afectos á este servicio; y entonces sí, Navarra figurará en primera línea en el ramo de ferrocarriles entre las provincias españolas, y aun entre muchas comarcas extranjeras á quienes la Naturaleza negó las condiciones que aquélla posee, para el establecimiento de sus vías de comunicación.

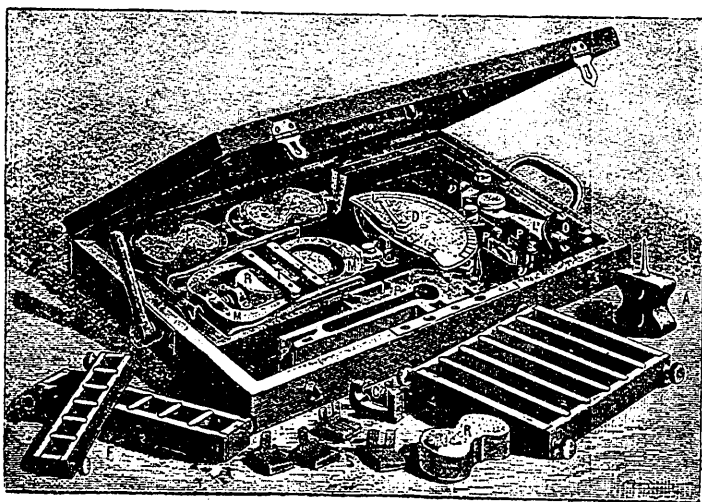
(Se continuará.)

EMILIO AZAROLA.

APARATO PARA ENSAYAR LOS MATERIALES

DE CONSTRUCCIÓN (2).

El ensayo de los materiales de construcción tiene una importancia indiscutible; la solidez de las obras, nuestra propia seguridad, dependen del cuidado con que se hayan llevado á cabo dichos ensayos. Las Sociedades científicas y los mismos Gobiernos se han preocupado de esta interesante cuestión; han nombrado comisiones para estudiar las condiciones en que se deben efectuar dichos ensayos á fin de uni-



(Fig. 1.)

(1) Se ha ofrecido á la Excm. Diputación Foral de Navarra por do. Vicente Fernández, fabricante en Estella, el uso de un poderoso salto de agua, que tiene debidamente denunciado.

(2) Del *Baumaterialienkunde*.

ficar los métodos empleados y obtener resultados comparables. Las pruebas á que es preciso someter los materiales exigen el empleo de grandes fuerzas; los aparatos tienen un peso considerable y un precio elevado. Esta es la causa de que esas pruebas no se efectúen con la frecuencia que sería de desear.

M. Nivet ha presentado al Congreso de la Asociación francesa para el progreso de las ciencias, en 1895, un aparato para el ensayo de materiales de construcción, que no sean metales, que constituye un verdadero laboratorio portátil y que puede prestar útil servicio en la recepción de cales, cementos y piedras. Todo el mecanismo está contenido en una caja de 50 cm. $\times$ 33 cm. $\times$ 7 cm. que lleva consigo los moldes FF (figura 1.^a), necesarios para la preparación de las muestras de ensayo; el peso del aparato y todos sus accesorios no pasa de 20 kilogramos.

El aparato de medida de los esfuerzos de ruptura es un dinamómetro (figura 2). Se compone éste de un resorte elíptico de acero R, sobre uno de cuyos arcos se fija un cuadrante graduado C. Este cuan-

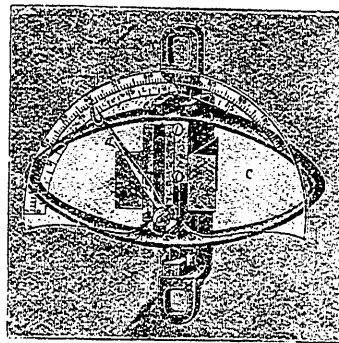


Fig. 2.

te (que se representa transparente en la figura para dejar ver el interior) lleva una aguja *a*, y en el eje de ésta va una rueda dentada que engrana con una cremallera *c*. El extremo de ésta está en contacto con el resorte cuando la aguja está en el cero y aquél no está deformado. Cuando por efecto de una tracción sobre los estribos *ee'* se comprime el resorte, acortando su eje menor, el resorte empuja el tope de la cremallera y gira la aguja un número de grados proporcional á la deformación, esto es, á la fuerza que hay que medir. Cuando el resorte vuelve á recobrar su forma, como la cremallera no está sujeta al mismo, la aguja queda en la posición que ocupaba en el momento en que se suprimió ó disminuyó la fuerza; indica, por tanto, el máximo de ésta. Al empezar cada experiencia debe ponerse la aguja en el cero. Cuando se efectúa sobre el eje menor, el dinamómetro es muy sensible, y poco si la tracción se verifica

sobre el eje mayor. El cuadrante lleva dos divisiones correspondientes á estos dos modos de empleo; las cifras grabadas en éste representan el quinto de las

fuerzas reales á fin de que se pueda leer el peso por centímetro cuadrado que determina la ruptura de las muestras de cinco centímetros cuadrados de sección. Si tienen otras secciones, se calculan los esfuerzos multiplicando los que se leen por los coeficientes que da que va una tabla pegada en la tapa.

En el aparato de M. Nivet el estribo superior del dinamómetro D, que actúa sobre el arco inferior del resorte, está á su vez articulado por el intermedio de otro estribo á una palanca L, la cual tiene su punto de giro en O en el bastidor general de la caja. Si se quiere que no tenga movimiento esta palanca se la puede fijar por medio de un pestillo τ . El estribo inferior del dinamómetro se une, según las operaciones que se efectúan, á unas u otras piezas, como describiremos más adelante.

La tracción se ejerce por medio del tornillo V, que se hace girar por medio del manubrio que se ve en el exterior de la caja. Este tornillo arrastra consigo la mandíbula M y los estribos EE; por intermedio de dichas piezas se transmite la tracción á las muestras de ensayo.

El dinamómetro y los diferentes órganos del aparato se apoyan sobre un plano horizontal de fundición alisado que constituye el fondo de la caja; el peso de dichos órganos y de las muestras mismas queda así anulado en cuanto á su influencia en los resultados de las experiencias.

El aparato se presta á dos series de ensayos. La primera serie comprende los de tracción y compresión usados en los laboratorios, y la segunda serie permite obtener sobre una misma muestra nueve rupturas: una por flexión, dos por tracción, dos por corte transversal y cuatro por compresión.

Tracción.—Las muestras R de los materiales preparados para ensayar tienen la forma de un 8, cuya sección mínima ó de estrechamiento tiene cinco centímetros cuadrados de superficie. Para hacer la experiencia la palanca L se fija por medio del pestillo τ (figura 1.^a); el estribo inferior del dinamómetro se une á la mandíbula M'. La muestra queda abrazada por las mandíbulas, cuyos brazos están arriostrados con las traviesas T. Haciendo girar lentamente el tornillo V, se ejerce una tracción cuyo valor acusa en cada instante la aguja del dinamómetro. Al efectuarse la ruptura vuelve bruscamente el resorte á su forma primitiva, pero la aguja queda marcando el grado máximo ó sea el de ruptura. Estando los puntos de suspensión y articulación en línea recta con el eje del tornillo, el esfuerzo se transmite únicamente en esta dirección, de modo que la muestra no está expuesta á esfuerzo alguno de flexión.

Compresión.—Las experiencias de aplastamiento se hacen sobre cubos de base de 5 centímetros cuadrados, 2,5 ó mejor 1. Se deja libre, en su movimiento de giro, á la palanca L, se hacen solidarias las dos mandíbulas por medio de la pieza metálica A, en forma de 8 para que se transmita íntegro el esfuerzo á la lámina superior del resorte del dinamómetro; y por intermedio de la inferior, al extremo de la palan-

ca L articulada en O. La muestra cúbica del material se coloca entre dos platillos PP, que están, el uno aplicado contra la palanca y el otro fijo al bastidor de la caja; al bajar la palanca se aplasta el cubo de ensayo. El platillo unido á la palanca se coloca en un punto de ésta tal, que la presión que se acusa en el dinamómetro quede multiplicada por 5.

Un pequeño juego que tienen los platillos PP les permiten adaptarse mejor á las caras del cubo; evitando el inconveniente que tienen los platillos de las prensas hidráulicas de ser rigurosamente paralelas, lo que da lugar á que resulten dos coeficientes, cuando no cumplen exactamente esta condición las bases del cubo: un coeficiente de principio de aplastamiento sobre una arista y otro del definitivo sobre el cubo ya deformado.

Una de las ventajas del aparato Nivet es la precisión con que marca el esfuerzo máximo de ruptura efecto del uso del dinamómetro y su combinación con la aguja; y otra la delicadeza de su funcionamiento, que permite estudiar los rompimientos (clivages) producidos por el aplastamiento. En las máquinas de prensa ó palanca se aplasta todo el material á menos de no colocar un obstáculo para detener la acción continua del esfuerzo. Se desprenden del cubo, por el aplastamiento, pirámides que tienen por base las caras libres de la muestra y por altura el $\frac{1}{4}$ del lado ó arista. Como el dinamómetro puede indicar una presión de 550 kilogramos y la palanca multiplica por 5 el esfuerzo ejercido, se puede producir entre los platillos PP una compresión de 2.750 kilogramos.

Los cubos de ensayo se centran exactamente en su sitio por medio de dos pestillos, que se descorren en cuanto empieza á actuar la presión.

La *segunda serie de ensayos* se hace empleando una muestra única, de forma de prisma recto de base cuadrada de $2 \times 2 \times 11$ centímetros, sobre el cual se pueden obtener, como hemos dicho, nueve rupturas.

Flexión.—Se coge el prisma y se coloca transversalmente de modo que queden sus extremos cogidos por los estribos EE, que distan entre sí 10 centímetros. Se ha quitado la mandíbula M' y se ha fijado la palanca L. Un estribo C, antagonista de los EE, se fija al dinamómetro, quedando guiado en su movimiento por una ranura que tiene el fondo de la caja. Si la ruptura no se verifica simétricamente para los dos fragmentos que resultan, es señal de que el material no era homogéneo. El esfuerzo de flexión queda señalado por la aguja.

Tracción.—Ya hemos explicado el funcionamiento del aparato para esta clase de ensayo; sólo que ahora la muestra del material no tiene la forma de 8, sino la de un prisma recto (que es uno de los dos fragmentos obtenidos por la ruptura de flexión) y es necesario que las mandíbulas puedan coger ó agarrar las extremidades del prisma. Esto se consigue interponiendo unas cuñas S que se fijan contra las traviesas T, de las mandíbulas MM'. Al ejercerse el esfuerzo de tracción el prisma queda más sujeto ó apretado entre las cuñas cuanto mayor es aquél, impidiendo

así el deslizamiento del prisma entre las cuñas, produciéndose luego la ruptura por tracción. Esta compresión del prisma entre las cuñas no influye en el de tracción porque: son perpendiculares ambos esfuerzos, el primero es relativamente débil porque siempre necesita un esfuerzo diez veces mayor que el segundo para la ruptura, y además se ejerce sobre una gran superficie. Esa pequeña compresión no perjudica por tanto ni al ensayo actual ni á los posteriores.

Corte transversal.—Tenemos ya el prisma dividido en cuatro pedazos. Se escoge el más largo para esta experiencia. Se deja libre la palanca L, se hacen solidarias entre sí las mandíbulas por medio de la pieza A; se coloca el prisma verticalmente en una mortaja á propósito que tiene el fondo de la caja y se verifica el corte, al girar la palanca L por medio de una cuchilla que lleva ésta en su parte inferior. Es el único aparato el de Nivet en que este corte se verifica por el mismo plano de empotramiento.

Compresión.—Si se desprecian las partes que se han cortado de los fragmentos sometidos á la experiencia anterior, quedan aún cuatro pedazos del prisma, para someterlos á este ensayo.

Se verifica como hemos dicho antes, entre los platillos PP. No se diferencia en este caso más que, como no son cubos, se cambian los platillos por pirámides truncadas, cuya base menor es la misma sección que antes; comprimiéndose, en resumen, del prisma solo un cubo comprendido entre los troncos de pirámides.

Esta *segunda serie de ensayos* permite actuar sobre una misma muestra y se pueden comparar así los distintos coeficientes. M. Nivet además ha descubierto con este aparato algunas leyes sobre resistencia de materiales no elásticos.

Los ensayos de tracción y de corte dan cantidades proporcionales á la sección; en los de compresión sólo se verifica esto cuando la altura de la muestra sea igual ó superior al lado de la base.

Con aparatos económicos y útiles como el de M. Nivet podría empezar á crearse el «Laboratorio Central de ensayo de materiales» de España, ya que no podemos pensar en grandes instalaciones, dado que el Gobierno no nos dispensó la protección que ha obtenido este asunto en las demás naciones europeas.

La reunión en Bilbao de «The Iron and Steel Institute»

La revista inglesa *Engineering* publica, en su número del 11 de Septiembre, una extensa relación de la segunda reunión anual de la asociación científica é industrial titulada «The Iron and Steel Institute», verificada en Bilbao en la primera quincena del mes próximo pasado. Esta asociación, que había celebrado anteriormente algunas reuniones en los Estados Unidos y en diversas poblaciones del continente europeo, y tiene asociados en todas las naciones civilizadas, posee por estas razones cierto carácter internacional y una importancia suficiente para que consi-

deremos como satisfactorio y honroso para nuestro país el hecho de haber elegido para su última reunión una de nuestras primeras poblaciones industriales, cuyo rápido engrandecimiento es digno de llamar la atención de todo el mundo.

El vapor *Ormuz*, que condujo desde Londres á los socios ingleses, se hizo á la mar al anochecer del día 29 de Agosto y entró en el puerto de Bilbao al amanecer del día 31. Los expedicionarios fueron recibidos por una Comisión presidida por D. José María de Arteche, representante de la provincia de Vizcaya. Aquel día se invirtió en la visita de las obras del puerto y de los numerosos é importantes establecimientos industriales de la desembocadura del Nervión.

La primera sesión se verificó, bajo la presidencia de Sir David Dale, en el salón del Instituto provincial.

Se dió principio á los trabajos, examinando una importante Memoria del Ingeniero D. Pablo de Alzola, acerca de la «Industria del hierro en España». El secretario leyó una traducción inglesa que el mismo autor había preparado. El Sr. Alzola, como Director de la Compañía de los Altos hornos—dice la revista inglesa,—conoce, naturalmente, el estado de la industria española del hierro y del acero; pero su trabajo tiene un alcance mucho mayor, conteniendo importantes datos acerca de los criaderos de minerales de hierro del país.

La Memoria del Sr. Alzola contiene, en efecto, caudal abundantísimo de datos históricos y estadísticos acerca de las industrias siderúrgicas españolas. Se han extraído en los últimos años en España de 5 á 6 millones de toneladas de mineral de hierro, pero sólo una décima parte se funde y elabora en el país. Lámentase el autor amargamente, y con sobrada razón, de tan triste resultado en el párrafo siguiente: «Esta enorme cantidad de primeras materias se exporta al extranjero tan pronto como es arrancada de su yacimiento, sin que el país participe de los grandes beneficios que se obtendrían de las transformaciones sucesivas necesarias para convertir el mineral en máquinas, barcos, obras metálicas y demás artículos manufacturados que España importa del extranjero».

Imposible sería dar aquí una idea, ni siquiera aproximada, de este documento, nutridísimo de cuadros estadísticos, numéricos y gráficos, intentando hacer un extracto de su contenido. Baste decir que comprende una historia completa y detallada del desarrollo de la industria del hierro en España desde su origen, y un estudio concienzudo y minucioso de su estado actual.

La Memoria del Sr. Alzola no suscitó ninguna discusión.

Sir Lowthian Bell añadió únicamente algunas palabras. Recordó que había visitado á Bilbao por primera vez en 1870, época en que todo lo relativo á la producción del hierro se hallaba en el período de la infancia. Todo el mineral se trasportaba por los medios primitivos de locomoción propios del país,