

LABORATORIOS

Por EDUARDO TORROJA

Ingeniero de Caminos.

PASANDO, al azar, las páginas de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, se aprende, mejor que en parte alguna, no ya la velocidad con que nuestra técnica se ha venido desarrollando en los últimos cien años, sino la aceleración creciente con que viene haciéndolo.

Como balbuceos de niño aparecen las columnas escritas por Ingenieros que se esforzaban en buscar a sus técnicas nuevos caminos, presintiendo la anchura que un día habrían de adquirir.

Mucho antes de fin del siglo pasado empiezan a encontrarse artículos reclamando "el establecimiento de laboratorios en los que estudiar los nuevos cauces para el mejor desarrollo de las obras y el más perfecto conocimiento de los materiales".

Así, en 1896, la REVISTA da la noticia de que "el Sr. De Federico presentó una enmienda al artículo 2.º del capítulo 24 del Proyecto de Ley de Presupuestos para que se creara un Laboratorio Central para análisis y ensayo de materiales, poniéndonos a la altura de las demás naciones y evitando el caso vergonzoso de que tengamos que recurrir al extranjero, como ha ocurrido, para hacer las pruebas de las traviesas metálicas del ferrocarril de Calatayud-Teruel-Sagunto".

"Sentimos que la enmienda no se admitiera, aunque no causaba aumento de gastos, por pedirse que se cargara al crédito de carreteras y puentes, en cuyas Juntas de Obras, al fin y al cabo, se tienen que hacer aisladamente algunos de estos ensayos que con la centralización se economizarían".

Por fin, en 1898, la REVISTA da con alegría la noticia de la creación del actual Laboratorio en la Escuela de Ingenieros de Caminos, y se felicita a los señores Germán Gamazo, Ministro de Fomento; Diego Arias de Miranda, Director General de Obras Públicas; Francisco de Federico, Ingeniero y Diputado, y Rogelio Inchaurreandieta,

Director de la Escuela, con motivo de tan importante Real Decreto.

Con admirable rapidez, prueba del entusiasmo y las esperanzas que el Cuerpo ponía en esta Organización, se instalaron las máquinas en el patio de la Escuela, que todos recordamos como algo nuestro. Vicente Ruiz hace una ingenua descripción y cuenta cómo "hace muchos años, cuando el que estas líneas escribe, era alumno de la Escuela y ésta ocupaba el ruinoso caserón de la calle del Turco, se instalaron en el patio grande dos máquinas para ensayo de materiales de construcción; se colocaron sobre los cimientos, contruídos bajo la dirección de D. Lucio del Valle, con destino a un nuevo edificio que no llegó a edificarse". "Por lo que recuerdo, al cabo de treinta años, las máquinas se reducían a una prensa y a un tractor de grandes dimensiones, pero de construcción bastante tosca e imperfecta, circunstancia que no tiene nada de particular, pues en aquella época la Escuela de Puentes y Calzadas de París no tenía en su laboratorio más que una máquina de palancas, encargada por el célebre Hervé-Magnon a un fabricante de París, llamado Suc".

Comenta luego cómo, "mientras los laboratorios extranjeros se aumentaban y mejoraban, nosotros habíamos retrocedido, pues al ocupar la Escuela en 1899 el nuevo edificio de la calle de Alfonso XII, las máquinas de ensayar materiales estaban completamente destrozadas y hubo que abandonarlas". "Todos los profesores estaban conformes en dar mucha importancia a los ensayos de materiales de construcción, y no teniendo medios de hacer otra cosa, en todos los reglamentos de la Escuela se ponía, como uno de los principales objetivos de ésta: verificar los reconocimientos y ensayos de materiales de construcción que ordene la Superioridad o soliciten los particulares".

"Pero pasaban los años y no se creaba el La-

boratorio, ni se daban a la Escuela los medios necesarios para verificar los reconocimientos y ensayos de los materiales”.

Ante la constante insistencia de la Escuela, reflejada por la REVISTA, aparece por fin el Real Decreto por cuyo artículo primero “Se crea en Madrid un laboratorio para ensayo de materiales aplicables a las construcciones”. Bajo su texto, en rítmica letra inglesa, figura con amplia, clara y sencilla caligrafía un nombre respetado por todos: María Cristina.

En el texto se fija para su establecimiento la cantidad de 230 000 pesetas y se afectan a su servicio dos Aspirantes del Cuerpo de Caminos o de Ayudantes de Obras Públicas, dos Sobrestantes, un Administrador-Conserje, un Portero y un Ordenanza.

Es el comienzo de un camino que ya no se abandonará. El profesorado de la Escuela con su Director a la cabeza, Sr. Inchaurregui, se debió lanzar al empeño con singular entusiasmo, pues el laboratorio empezó a funcionar en abril de 1899, a los ocho meses de publicarse el Real Decreto fundacional; y su descripción, ofrecida con orgullo por la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, ocupa casi íntegramente las páginas del número 1 275. En él aparecen las fotografías y dibujos de aquellas máquinas, modelo en su tiempo, que miramos con supersticioso respeto todos los alumnos del 900 al 41.

En aquel patio y en sus oscuras habitaciones contiguas discutieron sus problemas las grandes figuras que llevaron el timón de nuestra técnica constructiva. Puede decirse que toda la historia del hormigón armado en España va unida a él.

Aún hoy admira el acierto que, en la elección de sus máquinas, tuvieron aquellos Ingenieros. La mayor parte de ellas continúan trabajando todavía y, si bien es verdad que sólo se disponía de elementos para el análisis químico y los ensayos mecánicos elementales, es lo cierto que ellas solas bastaron para asegurar la calidad de las Obras Públicas durante más de cuarenta años.

Pudiera parecer que la creación de este laboratorio nada tiene que ver con la fuerza expansiva y casi explosiva de nuestra técnica de la construcción a principios de siglo; pero ambas cosas no son más que el efecto de un anhelo, de una fuerza interior del Cuerpo que se va reflejando en las páginas de la REVISTA con amplitud creciente al pasar de los años.

Echegaray, Zafra, Ribera, Quijano, Gómez Navarro, Peña y tantos otros, fueron publicando, en las páginas monótonamente numeradas de esta REVISTA, los frutos de sus inquietudes y de sus trabajos. Toda la génesis del desarrollo técnico actual aparece en ellas en obligado orden cronológico.

Cuando se siente el influjo de la savia matemática que Echegaray y Zafra vierten con sus teorías de la Elasticidad y de las Estructuras respectivamente, cuando se admira la poderosa fecundidad de los métodos elásticos y la rápida aplicación que los proyectistas les brindaron, parece que todo eso nada tiene que ver con la experimentación; que ésta ha de limitarse poco más que a comprobar unas cifras límite de resistencias, dejando a las teorías el triunfo de su mandato.

Pero es el caso, como se decía en la REVISTA, al conmemorar el primer cincuentenario de aquel modesto laboratorio, que “en tanto que las teorías ahondaban más en el problema e iban abriendo el abanico de soluciones posibles, mientras a mentes maravilladas por su profundidad de conceptos, por su elegancia de desarrollo, por lo complejo de su aparato, por la generalidad de sus leyes o por la multiplicidad de sus aplicaciones, podía parecer que la experimentación había de perder importancia, es lo cierto que su necesidad se hacía más imperiosa. Porque cuando más avanzan las teorías y cuanto más dispuestas se encuentran para acometer nuevos problemas o para afinar los ya resueltos, tanto más necesitan del laboratorio y de sus experimentos e investigaciones; unas veces, para percatarse de nuevas anomalías entre la realidad y las hipótesis en que se cimentaron, que obligan a corregir o rehacer las teorías; otras veces, para buscar a través de los complicados aparatos de gabinete, las posibilidades de mejorar ciertas calidades de un material o los procedimientos de obtener otros nuevos o, en fin, de averiguar el reparto interno de las tensiones dentro del cuerpo, allí donde la teoría, por su enorme complejidad, se confesó impotente, o donde causas aún ocultas producen el fallo misterioso que se trata de alejar”.

“El trabajo del laboratorio se hace, pues, más complejo cada día y requiere la colaboración de mayor número de técnicas, muchas de las cuales parecían, hasta hace poco, totalmente ajenas al problema”.

“Así, lo que empezó con métodos tan pobres

TABLA GRÁFICA
 PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DE LOS
 SÓLIDOS Á LA FLEXION.

Si los ingenieros encargados de la redaccion de proyectos han de desempeñar su cometido con la celeridad que casi siempre se exige, es indispensable que posean tablas dispuestas de antemano en que estén reunidos los resultados parciales de los cálculos que tengan que efectuar, economizando asi una gran parte del tiempo que habrian de dedicar á ellos, y desembarazándose de una infinidad de operaciones numéricas que impiden fijar la imaginacion libre en los puntos mas capitales del problema. Genieys y Cousinery han recopilado un gran número de tablas de esta especie; otras se encuentran esparcidas en las obras de Prony, Morin, Sganzin, Fourneyrou, etc.; pero son muchas aun las que faltan para que la coleccion sea, sino completa, suficiente al menos para la mayoría de los casos. Esto tiene que suceder por precision si se atiende al largo é ímprobo trabajo de calcular una sola de las tablas que se reputen por mas sencillas, y al poco lucimiento que reporta al laborioso ingeniero que haya pasado el tiempo con tanta utilidad de los demas; pero la aplicacion del álgebra á la geometría, convirtiendo en tablas gráficas las numéricas mas complicadas, facilitan no solo su cálculo ó construccion, sino tambien su uso y su adquisicion. De esta manera se han formado las tablas de Lalanne para la cubicacion de movimientos de tierras compuestas de líneas rectas, y las que presenta Armengaud (*Publication industrielle*, t. 8) para las dimensiones de algunas piezas de maquinaria, aunque tienen el defecto de contener líneas curvas, lo mismo que las de Morin para columnas de hierro. M. Bornemann, ingeniero en Sajonia, ha construido la que acompaña á este artículo con el objeto de hallar la relacion entre las dimensiones de las piezas cargadas de pesos que tienen á doblarlas, y estos pesos.

La fórmula que ha usado es, para las piezas de seccion rectangular,

$$Pl = 4 K \frac{b h^2}{6} \quad (1)$$

en que representan

P el peso en kilogramos que carga en el medio de la viga.

l su longitud total en metros.

b la base de la seccion transversal en centímetros.

h su altura en centímetros.

K un coeficiente que varía segun la materia de que está formada la viga.

Los valores de K son:

para el hierro forjado	4,00
para el hierro fundido	1,65
para la madera	0,40

Estos valores difieren notablemente de los que por lo general se adoptan, que son (Morin, Navier, etc.) :

para el hierro forjado	6,00
para el hierro fundido	7,50
para la madera	0,60

Bornemann adopta los coeficientes indicados, porque toma como punto de partida para determinarlos el máximo de elasticidad de los materiales, ó sea la carga permanente que pueden sostener sin que se altere esta propiedad, en vez de partir de la carga que ocasiona la rotura, como ha solido hacerse. Por esta consideracion, el hierro forjado resiste mas que el fundido, pues aunque se dobla y rompe mas pronto, despues de doblado puede sostener mas carga que el segundo á igualdad de dimensiones.

Para representar gráficamente los resultados de esta fórmula, basta considerar que, si tenemos entre tres variables la relación

$$f(x, y, z) = 0$$

y fijamos para z un valor arbitrario c, la ecuacion

$$f(x, y, c) = 0$$

podrá estar representada por una curva plana que nos dé la relacion entre las variables x, y para ese valor determinado de z, y si damos valores c', c'', c''', etc., á z, las funciones f(x, y, c') = 0, f(x, y, c'') = 0, etc., estarán representadas por una série de curvas de la misma especie, cuyo conjunto nos hará conocer el valor que corresponde á una de las variables cuando se asignen los de las otras dos. Si hacemos

$$\begin{aligned} x &= \log. Pl \\ y &= \log. b \\ z &= \log. h \\ a &= \log. \frac{4}{6} K, \end{aligned}$$

la ecuacion (1) se transforma en

$$x = y + 2z + a. \quad (2)$$

que representa una série de líneas rectas inclinadas

45° sobre los ejes, y que los cortan á una distancia $2z + a$. Si tomamos las x en el eje horizontal de izquierda á derecha, y las y en el vertical de arriba abajo numerando los puntos de division por los valores correspondientes de Pl y b , y no por los absolutos de x é y , cada recta inclinada corresponderá á un valor de h dependiente del de z en su distancia al origen $2z + a$.

El valor de a es distinto para cada clase de material, por lo que debe variar la graduacion de las líneas inclinadas; pero en lugar de esta, basta variar la de las abscisas con solo tomar por x otra variable $x' = x - a$. Asi se ve que hay tres escalas de abscisas, una para la madera y otra para cada clase de hierro.

El uso de esta tabla es muy sencillo. Supongamos que se pregunta qué altura debe darse á una viga de hierro forjado de 9,5 metros de largo y 5,5 centímetros de ancho que debe sufrir en el medio un peso de 100 kilogramos. Se busca en la escala de *hierro forjado* el número 950, producto de la longitud por el peso; en la de bases el número 5,5, y la interseccion en la oblicua 8 marca la altura de 8 centímetros para dicha viga.

Si se pregunta el peso que puede sostener una viga de madera de 4 metros de largo, 12 centímetros de base y 5 de altura, buscamos la interseccion de la horizontal 12 con la oblicua 5, y en la escala de *madera* encontraremos 80, que dividido por 4 da 20 kilogramos de carga máxima.

Las tablas gráficas tienen la ventaja de dar con mayor facilidad los valores intermedios de cualquiera de las variables. Supongamos que se pida la altura de una viga de hierro fundido de 4,2 centímetros de base y con un valor de $Pl = 1700$. Se traza una horizontal por la primera division despues del 4,0, una perpendicular por el 1700 del *hierro fundido*, y por la interseccion una oblicua á 45° hasta la escala acodada de alturas; el número 19 que nos marcará es la altura que se pide en centímetros.

En el caso en que se quiera que la altura y la base tengan una relacion determinada n , la fórmula (1) se convierte en

$$Pl = 4Kn \frac{h^3}{6}$$

y llamando a' al $\log. \frac{4}{6} Kn$, é y al $\log. h$, tendremos en lugar de la ecuacion (2)

$$x = 3y + a'$$

que es la de una línea recta inclinada sobre el eje de abscisas á 3 de base por 1 de altura y á la distancia a' del origen. En general, para toda seccion transversal que solo dependa de una dimension, la fórmula (1) será de la forma

$$Pl = Ch^3 \quad (3)$$

siendo C una cantidad constante que depende de la figura y materia del sólido. Esta ecuacion se puede convertir en esta

$$x = 3y + A$$

siendo $A = \log. C$, de modo que todas las rectas que tengan la inclinacion de $1/3$ sobre el eje, nos pueden dar la dimension h conocido Pl ó viceversa, correspondiendo á diferentes valores de C segun la separacion del origen. En la tabla están marcadas seis de estas rectas que corresponden á diferentes figuras usuales en la práctica.

La primera es relativa á las secciones cuadradas.

La segunda á las de figura de \perp , en la cual, siendo a el espesor del nervio ó lámina vertical, su altura es $14a$; el ancho de la base superior $8a$; el de la inferior $12,5a$, y el espesor de esta $2,25a$; proporciones que Hodgkinson recomienda como mas convenientes.

La tercera corresponde á los cilindros macizos.

La cuarta á los tubos en que el espesor es $0,15$ del diámetro exterior.

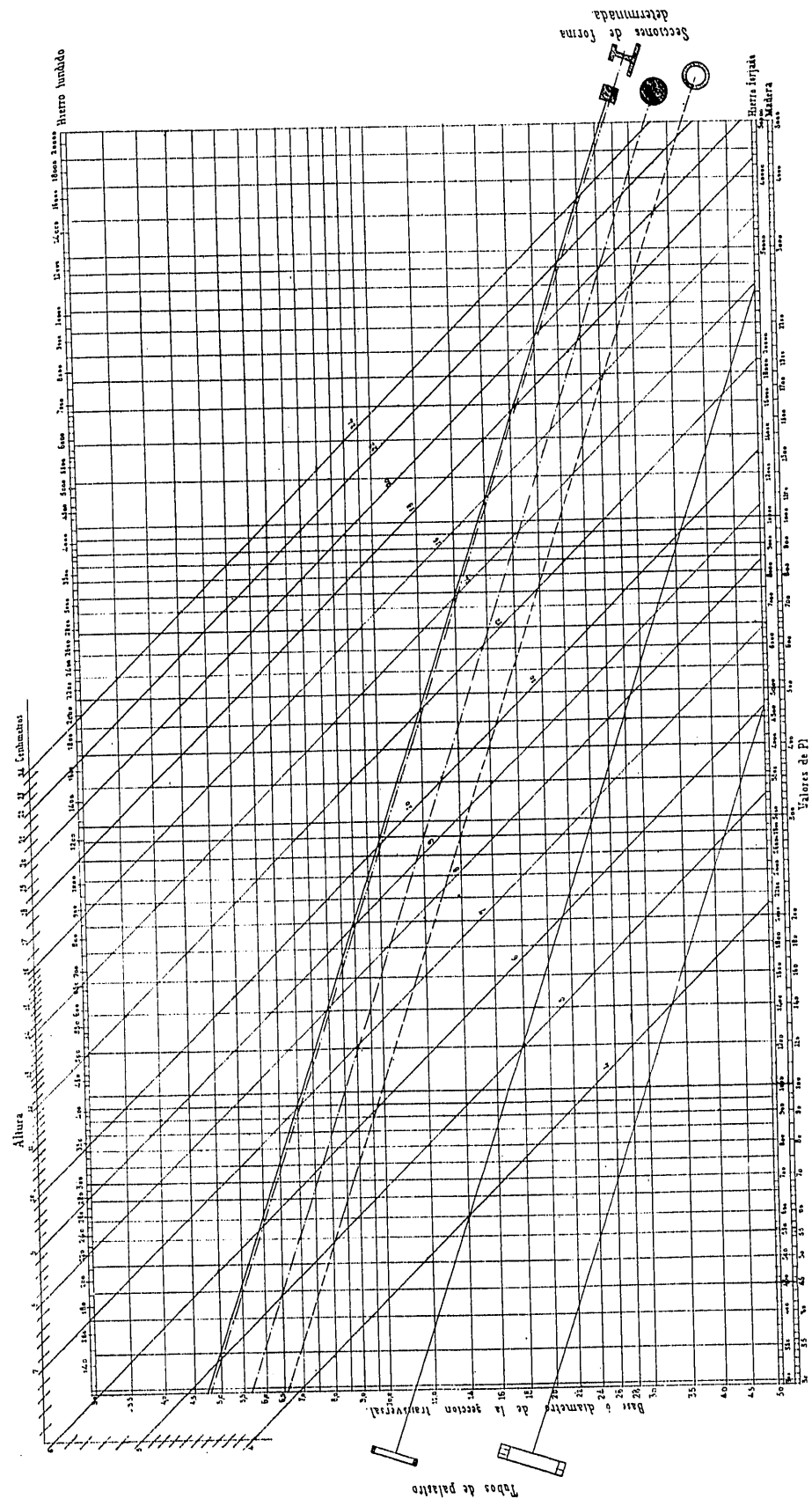
La quinta se refiere á los tubos de palastro, cuyas dimensiones están arregladas á las que propone Fairbairn. Siendo s el espesor del palastro en las caras laterales, en la superior es $5s$ y en la del fondo $2s$; la altura es $128s$, y el ancho $16s$. La sexta línea se refiere á estos mismos tubos reforzados con celdillas en sus dos caras horizontales.

En estas seis líneas la indicacion del eje de ordenadas es la dimension vertical de la figura. Las dos últimas las ha colocado el autor por completar su cuadro, pero sin asignarles un valor práctico muy grande.

Si se preguntan las dimensiones de una viga de fundicion en forma de \perp de 1,9 metros de largo y con una carga de 10000 kilogramos, buscaremos la interseccion de la línea 19000 del *hierro fundido* con la oblicua segunda, y la horizontal tirada por este punto nos da 26 centímetros de altura.

Cuando hayan de calcularse piezas de otra figura, puede añadirse al cuadro otra paralela que

RESISTENCIA A LA FLEXION DE LOS SÓLIDOS PRISMÁTICOS.



les corresponda, teniendo en cuenta las alteraciones del momento de flexion.

Si uno de los números no estuviese comprendido en la tabla, Pl por ejemplo, dividiríamos la ecuacion (3) por un número que tuviese raíz cúbica exacta como 8, 27, etc., y resultaria

$$\frac{Pl}{8} = C \left(\frac{b}{2} \right)^3$$

y buscando en la tabla $\frac{Pl}{8}$ encontraríamos $\frac{b}{2}$ y por consiguiente b .

En todo lo que antecede no se ha hecho mencion del peso propio del sólido. Este se tendrá en cuenta despues de haber hallado las dimensiones aproximadas que le corresponden, y luego añadiendo su mitad á P para buscar en la tabla las dimensiones exactas.

Esta tabla, aunque está dispuesta para el caso en que el sólido esté apoyado en sus dos extremidades y cargado en el medio, puede servir para todos los demas casos de sólidos espuestos á la flexion. En efecto, si se tiene un sólido empotrado por una extremidad y cargado por la otra, tendríamos

$$4 Pl = 4 K \frac{b h^2}{6} \dots x = \log. 4 Pl;$$

de modo que buscando en el eje de abscisas en lugar del producto Pl su cuádruplo, las dimensiones que resultan serán las que corresponden á este caso. Y en general, tomando en el eje de abscisas el valor del cuádruplo del momento de rotura, las otras escalas nos darán las dimensiones de la seccion trasversal.

Asi, si el sólido está cargado en cada unidad de longitud de un peso p ,

$$x = \log. \frac{1}{2} p l^2.$$

Si hay un peso P á una distancia d del centro, el valor de x será

$$\log. P. \frac{l^2 - 4 d^2}{1}.$$

Si la pieza cargada en el medio, está empotrada en los dos extremos

$$x = \log. \frac{Pl}{2}.$$

Se vé por estos ejemplos que la tabla puede

usarse para todos los casos de flexion de piezas horizontales, con tal que en lugar de las semi-distancias y semi-pesos que se usan generalmente, se pongan las distancias y pesos enteros.

Cuando la viga no sea horizontal, si llamamos i á su inclinacion con la vertical y d la distancia del eje á que obra el peso, la fórmula será

$$4 P \left(d + l \text{sen}^2 i + \frac{h}{6} \cos i \right) = 4 K \frac{b h^2}{6}$$

que cuando el eje sea vertical, se convierte en

$$4 P \left(d + \frac{h}{6} \right) = 4 K \frac{b h^2}{6}.$$

En casos como estos habrá que tomar como conocida la altura h , pues que entra en el primer miembro, y buscar la base b ; pero si fuese indispensable hacerlo al contrario, ó la figura de la seccion fuese tal que viniese dada por la fórmula

$$4 P \left(d + l \text{sen}^2 i + \frac{h}{6} \cos i \right) = C h^3,$$

entonces será preciso hallar un primer valor aproximado de h haciendo

$$x = \log. 4 P (d + l \text{sen}^2 i)$$

y añadir despues para una segunda aproximacion, que será casi siempre suficiente,

$$\frac{2}{3} P h \cos i.$$

El uso de esta tabla es muy sencillo en los casos de vigas ó prismas horizontales; pero en los demas es preciso un cálculo un poco mas largo para conocer la abscisa, lo que hace menos notables sus ventajas; sin embargo, siempre economiza la mitad del trabajo y disminuye las probabilidades de error. Ademas de esto, se pueden tomar en una figura con mucha facilidad y con solo dos aberturas de compás, las distancias $d + \frac{h}{6} \cos i$ y $l \text{sen}^2 i$;

de modo que cuesta tan poco trabajo calcular la abscisa que corresponde al caso mas difícil como la del primero, en que era el producto de las dos cantidades P, l .

Cuando se trate de sólidos de igual resistencia, la tabla puede darnos las dimensiones de la seccion

EDUARDO SAAVEDRA.

como los de la Alquimia o con ensayos tan simples y burdos como los propuestos por Galileo, requieren, en estos días, técnicas tan variadas y difíciles como la microscopía electrónica, la auscultación ultrasónica, la difracción de rayos X y tantas otras”.

Por eso, en el Reglamento de autonomía de la Escuela, que la REVISTA recoge sin comentario particular sobre ello, se marca como tercera finalidad del Laboratorio el “realizar trabajos de investigación”. Otra vez se aprecia aquí toda la deuda de gratitud que debemos a hombres como el Conde de Guadalhorce y Vicente Machimbarrera, por la visión que tuvieron al encauzar este problema, vislumbrando su actual amplitud en la vida profesional.

La Escuela y la REVISTA incitan insistentemente por esos caminos; y en el cursillo sobre cementos y hormigones, organizado en 1934, los profesores Eduardo Castro y José Luis Escario, de acuerdo con el Director de la Escuela, proponen — y se acuerdan — unas conclusiones en las que se preconiza una mayor labor investigadora de tipo experimental.

La falta de medios económicos y la miopía de muchos de nuestros políticos, en época aún nada remota, impidieron el desarrollo de esta labor hasta que, terminada nuestra guerra, bajo el Ministerio de Alfonso Peña, la labor investigadora de la Escuela empieza con nuevos impulsos. El Laboratorio Central se traslada a locales propios mucho más amplios, y se inicia la creación de otros: como los de Puertos, de Transportes, de Ferrocarriles, y las nuevas instalaciones de Hidráulica.

“Por eso — decía la REVISTA —, el Laboratorio Central, que cuando se organizó a fines del siglo pasado, solamente se proponía estar en condiciones de realizar algunos ensayos mecánicos completados con una pequeña sala de análisis químico, al montar su nueva instalación cuarenta y cinco años más tarde, requirió, aun reconociendo que con ello quedaba incompleto, las cinco secciones de que hoy dispone, cada una de las cuales podría constituir un laboratorio. Estas secciones son: Mecánica del suelo, Ensayos mecánicos, Química, Física y Análisis experimental de estructuras, sin contar con la de Administración, que también ha necesitado ampliarse y reorganizarse, dado el gran número de peticionarios que acude al Laboratorio, la variedad de trabajos y

servicios que ésta ha de atender y el carácter reservado y de responsabilidad que envuelven gran parte de ellos”.

El resultado de todo esto no se encuentra comentado en la REVISTA, pero de sus pruebas están llenas sus páginas en estos últimos años. Porque el nombre de Laboratorio hace pensar en algo restringido, pequeño y en cierto modo ajeno a nuestra profesión; pero esa ansia continua, que a lo largo de tantos decenios ha ido cuajando en organizaciones y esfuerzos investigadores para mejorar nuestra técnica, es algo más amplio y más profundo; y lo que en cada momento parece un preciosismo inútil, se transforma pronto en una nueva técnica de aplicación general.

Las teorías elásticas de Echeagaray o de Zafra son hoy el pan nuestro de cada día en la redacción de los proyectos de construcción; y entonces, cuando salieron a la luz, parecían vanas elucubraciones ideadas a espaldas de la realidad; y muchos Ingenieros consideraban una locura el pretender que los materiales se ajustaran a ellas. Y, sin embargo, habían sido los experimentos de laboratorio los que habían inducido, precisamente, a desarrollar aquellas teorías.

Los constructores de puertos, que veían sus diques derruidos por el mar embravecido, mal podían, hace apenas veinte años, pensar que las revueltas ondas pudiesen aceptar leyes matemáticas como las impuestas por Iribarren y a las que hoy se someten unánimemente tanto nuestros proyectistas como las propias olas.

De los propios terrenos de cimentación ha aflorado toda la nueva técnica de la Mecánica de los suelos, que confiesan sus secretos bajo los aparatos de laboratorio.

Análogamente, en estructuras metálicas se van empleando métodos de cálculo en los que se considera el período plástico del acero, con lo que, no solamente se ahorra material sin perder seguridad, sino que los mismos cálculos se simplifican.

Por otra parte, quedan todavía ciertos tipos de construcciones para las que los cálculos se confiesan prácticamente impotentes. Tal sucede, por ejemplo, con las presas; esos enormes macizos, en los que se emplean los máximos volúmenes de hormigón y que obligan a gastos de cientos de millones de pesetas, son precisamente los más reacios al cálculo; hasta tal punto, que se nota una marcada tendencia a apoyarse cada día más en la ex-

perimentación. Y el estudio en modelo reducido presenta graves dificultades, que los investigadores van superando paso a paso. En este campo, España ha dejado de ser un mero observador de los adelantos de otros países y puede decirse que va en cabeza en la investigación y en el establecimiento de nuevas técnicas que permitan resolver este problema de tan gran importancia económica.

Esta cuestión, como tantas otras, requiere la colaboración de otras técnicas, de otras especialidades y de un verdadero trabajo en equipo. Y afortunadamente, hoy, este tipo de organizaciones está en marcha y poco a poco van apreciándose sus magníficos resultados.

El Ingeniero se va dando cuenta de que sus éxitos no se deben solamente a su labor específica, sino que depende fundamentalmente de lo que otros le aporten. Sin lo que los Químicos, los Físicos y tantos otros han ido creando, el Ingeniero no habría podido salir de la construcción clásica en piedra, ladrillo y madera de hace apenas un siglo.

Y si se quiere seguir avanzando, es necesario recabar y mimar todas esas colaboraciones con la mayor intensidad y la más estrecha intimidad. Aquellos hombres que un día y otro pedían un modesto laboratorio como hogar inicial de toda

la investigación que intuían con genial visión, son, por ello sólo, los creadores de todos los organismos investigadores de que hoy dispone España; y en cada éxito que nuestra técnica nacional va obteniendo, hemos de reconocer y saborear todo lo que debemos a aquellos que, con tan escasos medios, tuvieron, sin embargo, fe en el porvenir y espíritu de sacrificio bastante para verter la semilla cuyos frutos no podrían recoger.

La REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS fué siempre, no sólo el eco de la actividad de cada momento, sino el heraldo de una marcha que hoy se hace prometedora y triunfal. Porque nunca se habían visto menudear, como ahora, las rápidas aplicaciones de principios y desarrollos abstrusos o de experimentaciones delicadas en lo más íntimo de la materia.

Ello debe incitarnos, pues, a sacrificar nosotros, siguiendo aquel ejemplo, buena parte de nuestros esfuerzos en atender y amparar toda nueva idea, toda nueva técnica, por lejano que se prevea su éxito y alejado de nuestras posibilidades personales o inmediatas.

El ejemplo de nuestros mayores y los éxitos presentes en otros campos profesionales nos obligan a seguir en la brecha, seguros, hoy más que nunca, de que ningún sacrificio es estéril cuando le alienta un noble ideal.

