

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

NECESARIA PARA TODOS LOS CUERPOS FACULTATIVOS DE OBRAS PÚBLICAS, TORREROS DE FAROS, CONTRATISTAS
Y CUANTOS TENGAN RELACIÓN CON AQUELLAS

AÑO XLIII

SERIE 6.^a

Carreteras y caminos vecinales, puentes, ferrocarriles, tranvías, canales,
ríos, riegos, desecamientos, puertos, alumbrado
marítimo, aplicaciones de la electricidad y abastecimiento de aguas.

SE PUBLICA TODOS LOS JUEVES

TOMO II

NÚM. 18.

Redactor-Presidente.. Ilmo. Sr. D. Luis Sáinz, Inspector general de primera clase del Cuerpo de Ingenieros de Caminos.
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
D. Luis Gaztelu, Profesor de la Escuela de Caminos.
D. Manuel Maluquer, Ingeniero del mismo Cuerpo, *Secretario*.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos.

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9.—Madrid.

SECCION DOCTRINAL

LOS DECADENTES DE LA CIENCIA

Bajo este epígrafe publica *Le Figaro* un interesante artículo sobre la reforma de la enseñanza en la Escuela Politécnica, del que copiamos á continuación algunos párrafos:

«Cuando há dos años, la Escuela Politécnica celebró su centenario, publicó una obra en que se hacía el balance de los resultados que había producido desde su creación. Pudo entonces inscribir en la lista de sus alumnos toda la pléyade de grandes matemáticos que dirigieron la evolución de la ciencia en la primera mitad de este siglo: Laplace, Lagrange, Cauchy, Chasles, Poncelet, Arago, Dupuy de Lôme, etc. Pero cuando quiso darnos á conocer los hombres notables que había producido en los últimos cuarenta años, no pudo casi citar más que administradores ó directores de Compañías de caminos de hierro.

«El politécnico más distinguido que conoce la generación actual, es un literato, M.^{re} Marcel Prévost.

«¡Qué comparación tan patente de la esterilidad de que está atacada desde largo tiempo esta Escuela, en otro tiempo tan fecunda! ¡Y qué evidente justificación de la opinión de los estudiantes! Nuestra fe en ese gran establecimiento ha disminuído mucho. En el respeto que continuamos profesándole, tiene más parte el atavismo que la convicción. Es lisonjero para nuestro amor propio nacional la consideración de que nuestra Escuela es la primera del mundo; pero, en el fondo, concediendo que sus alumnos son personas muy ilustradas, tenemos el sentimiento de

decir que el defecto de sentido práctico paraliza el desenvolvimiento útil de sus facultades.

* *

«Desde hace tiempo, por otra parte, de la opinión del público participan gran número de sabios, que comprenden el peligro de la senda que ha emprendido la Escuela, arrastrando tras sí á toda nuestra enseñanza científica.

«Hace algunos meses que M. Appell, miembro del Instituto, profesor de Matemáticas en la Sorbona, presentaba al público una obra sobre las funciones elípticas de M. Greenhill, profesor del Colegio de artillería de Woolwich. Hé ahí lo que decía en su exordio:

«El gusto natural y la educación de muchos estudiantes franceses los conducen, algunas veces con exceso, hacia las ideas generales. Para no hablar más que de matemáticas, ¿qué profesor no ha encontrado los alumnos de nuestras Escuelas y de nuestros Liceos perfectamente instruídos en las teorías generales é incapaces de hacer una aplicación precisa, muy fácil sin embargo? Es útil que algunas publicaciones veugan á reaccionar contra esas tendencias; para ello no se puede encontrar nada mejor que los libros ingleses, en la mayor parte de los que las ideas generales son traídas poco á poco por el estudio de hechos matemáticos ó de problemas propuestos por las ciencias físicas. Es, bajo este título, el que se recomienda la obra de M. Greenhill, de la que no puede darse mejor á conocer su carácter que reproduciendo el pensamiento de Touverier, que le sirve de introducción: El estudio profundo de la naturaleza es el manantial más fecundo de los descubrimientos matemáticos. No solamente este estudio, ofreciendo á las investigaciones un fin determinado, tiene la

ventaja de excluir las cuestiones vagas y los cálculos sin aplicación; es aún un medio seguro de formar el análisis mismo y de descubrir los elementos que nos importa más conocer y que esta ciencia debía siempre conservar. Estos elementos fundamentales son los que se reproducen en todos los fenómenos naturales.»

«¿Se quiere un testimonio, más preciso aún, atendiendo á su forma concreta? En su Memoria sobre la sección mecánica de la Exposición de 1889, M. Hirsch, profesor de la Escuela de Puentes y Calzadas, se expresa en estos términos:

«Es por los sabios franceses: Lagrange, Carnot, Bellanger, Poncelet, etc., que se han creado las teorías analíticas de la mecánica aplicada. La lista de los experimentadores, tales como Gay-Lussac, Regnault, Morin, Tresca, etc., etc., no sería ni menos larga ni menos brillante.

»Pero desde hace algunos años todos nuestros esfuerzos se han dirigido á resolver los problemas de la guerra; y en el terreno de las experiencias científicas de las máquinas, nuestro país se ha dejado adelantar por la América, la Bélgica y la Suiza. Por amarga que sea esta consideración, sería inútil y peligroso disimularla.»

«Y M. Hirsch indica la causa de esta decadencia: «Nuestra enseñanza es exclusivamente teórica. El alumno mira á las ecuaciones como al fin que se persigue, no como el instrumento intermediario. No sabe, á través de las fórmulas algebraicas, ver los hechos materiales, que aquéllas no hacen más que traducir.»

«No podía suceder otra cosa dado el espacio cada día mayor que en los programas se consagra á las teorías abstractas.

«Desde hace 40 años tenemos entre los progresos realizados: la generalización de las máquinas de vapor y su aplicación á la marina; la transformación de las condiciones de la producción industrial por el perfeccionamiento de las máquinas y herramientas; el desarrollo considerable de la fotografía, de las aplicaciones eléctricas y la invención del teléfono.

»Pues mientras se realizaba este movimiento científico considerable, no se ha agregado nada al programa de la Escuela politécnica; se ha contentado con..... suprimir el estudio de las máquinas de vapor, la electricidad y la acústica. Por el contrario, la *teoría de las series*, que se explicaba en seis páginas en el libro de M. Bertrand, ocupa 25 en el de M. Amigues y 54 en el de M. Lacour.

«Por otra parte, los métodos de enseñanza son deplorables.

«La experiencia demuestra que es preciso al menos dos años y á menudo tres de matemáticas especiales para estar en condiciones de sufrirlos exámenes de ingreso en la Escuela. Los candidatos admitidos

después de un año de preparación constituyen una ínfima minoría: próximamente el 5 por 100.

Los alumnos salen de la Escuela á los veintidós ó veintitrés años, habiendo consagrado gran parte del tiempo á los estudios puramente especulativos. Añadid á esto, que durante este tiempo su trabajo se limita casi á poner materialmente en orden las largas series de fórmulas que tienen apenas tiempo de copiar á medida que un profesor las escribe en la pizarra, pues no cabe admitir que se puedan aprender las matemáticas en un libro; el profesor no admite más que las fórmulas de sus explicaciones. Las matemáticas del vecino no le parecen buenas.

»La tarea de un alumno de primer año consiste, pues, en escribir durante ocho meses fórmulas que llega rara vez á comprender.

«¿Cómo explicarse esta verdadera delicuescencia de la enseñanza científica?

»Hay ahí, parece, una evolución análoga á la que los decadentes han ensayado de hacer sufrir á la literatura. Los grandes matemáticos del siglo, á pesar de los trabajos muy respetables de sus predecesores, se encontraron con un trabajo considerable por hacer. Era preciso primero encontrar gran número de leyes generales, después traducirlas en fórmulas, permitiendo estudiar, con la ayuda de éstas, las variaciones de los fenómenos físicos sometidos á aquellas leyes; coordinar, en fin, estos elementos de manera á establecer los lazos que unen á todos los fenómenos mecánicos y á llegar, por último, á deducciones prácticas. Esto es lo que han hecho, con su genio, los hombres que citábamos hace poco.

»A sus sucesores les ha faltado el genio. Tomando á su cargo la continuación de los estudios de estos grandes hombres, sin preguntarse si éstos, si volviesen hoy, llevarían más allá sus investigaciones, no han sabido adaptar sus trabajos al medio científico creado por sus antepasados.

»Semejan á esas personas que creen eclipsar á Víctor Hugo improvisando rimas más ricas que las de la *Légende des siècles*, y consideran lo incomprendible como la expresión más perfecta del arte; se han impuesto la tarea de hacer piruetas sobre las fórmulas como aquéllos juegan con la sintaxis. Pascal había dicho: «No os empeñéis jamás en demostrar cosa alguna que sean de tal manera evidentes por sí mismas que no hay nada más claro para demostrarlas.» Este precepto les ha parecido anticuado y se han ingeniado en inventar sutilidades que no conducen á nada.

»Y mientras que simples obreros construyen bicicletas irreprochables, son aquéllos incapaces de explicar por qué se puede tener en equilibrio el ciclista. A priori, todos declararon el problema irrealizable. Acatan los hechos; pero la *teoría* de la bicicleta se les escapa; tanto es así que la Academia de Ciencias ha puesto este tema á discusión para el año próximo.

»Nadie, hasta hoy, se había atrevido á levantarse contra estas funestas tendencias. La Escuela Normal, la Escuela Central, la Sorbona, habían amoldado su paso al de la Escuela Politécnica, que es el gran regulador de la enseñanza científica en Francia. Nadie se había atrevido á tomar la iniciativa de una reforma, á la cual sin embargo no se oponían más que los cinco ó seis *monstruos de matemáticas* que gozan ante un centenar de sabios de una *notoriedad europea*.

»El general André, dirigiendo la Escuela Politécnica, ha tenido este valor. Después de tres años de esfuerzos, ha logrado hacer modificar el programa de admisión en la Escuela.

»De hoy en adelante, no se preguntará á los candidatos sobre el álgebra elemental y sobre el sistema métrico. El nuevo programa, que señala un primer período de parada, en esa marcha indefinida á la persecución de puras abstracciones, ha sido calcado en parte del programa del año XI. El decreto se ha expedido en 24 de Julio último, con el informe favorable de la mayoría del Consejo de perfeccionamiento de la Escuela. Y la reforma ha parecido tan grave que el Ministerio de la Guerra ha consultado la Instrucción pública, las Obras públicas y la Marina.

»Este primer golpe de piqueta dado á la enseñanza de la Escuela Politécnica por un politécnico, ¿no es bastante interesante para mencionarlo?»

TÚNELES A CIELO ABIERTO

Cuando la altura del terreno sobre un túnel á construir es pequeña y además es aquél de naturaleza deleznable, y por tanto requiere entibaciones resistentes, antes que abrir subterráneamente el agujero, es preferible desmontar todo el terreno superpuesto, cual si se tratara de una trinchera ordinaria, y proceder después á cielo abierto á la construcción de una bóveda ó túnel, que se cargará, una vez concluida, con una capa más ó menos espesa de las tierras procedentes del desmonte.

También se emplean los túneles artificiales, para mantener expedita la circulación en aquellos sitios en que la naturaleza del terreno ó las condiciones climatológicas de la localidad, impedirían, con desprendimientos ú otros trastornos del suelo aquélla, y éstas con fenómenos meteorológicos, el libre tránsito por las mismas. Sucede frecuentemente lo primero en los desmontes á media ladera, cuando el terreno, por cualquier causa, se desprende en grandes masas ó se traslada resbalando sobre sí mismo y ejerciendo empujes tan intensos que no bastan á contener dichos movimientos los muros más robustos y mejor cimentados. Si en este caso no pudiese corregirse el mal con trabajos de avenamiento á propósito y económicos, se recurre á los túneles artificiales. También, por las mismas causas, hay que adoptarlos en aquellas trincheras de mucha altura, pues la inclinación de sus

escarpes, si con ella y los drenajes necesarios pretendiese corregirse el mal, les daría una extensión, en sentido transversal, por todo extremo antieconómica, sin que pudiese asegurarse el éxito. A continuación describimos uno de la línea de La Zaida á Reus.

Túnel de Pradell.—A 500 metros de la boca de entrada del túnel de Argentera está situada la estación de Pradell; estos 500 metros, entre la boca de dicho túnel y el edificio de viajeros de aquélla, se hallan en desmonte con una cota variable de 2 á 10 metros. El terreno completamente descompuesto está formado de arcilla y margas mezcladas con bloques de caliza y conglomerados de muy variables dimensiones. El volumen de algunos de estos bloques pasa de 100 metros cúbicos. Desde el edificio de viajeros hasta el barranco de Pradell, en una longitud de 180 metros, la montaña está constituida por una sólida masa de caliza dispuesta en bancos horizontales.

Después de empezada la ejecución del túnel de Argentera por la Compañía de los ferrocarriles directos, se vió la pésima condición del terreno que constituye aquella trinchera, y ya entonces ocurrieron varios desprendimientos cuyo volumen ascendió á 28.000 metros cúbicos. Para evitarlos se construyó al pie del escarpe, lado norte de la trinchera, un muro de sostenimiento de 3^m,50 de altura, 3^m,00 de espesor en la base, 2^m,50 en la coronación y una longitud de 300 metros.

Al encargarnos en 1.º de Abril de 1888 de la construcción de la línea de La Zaida á Reus, en vista del movimiento increíble de avance de la montaña, previmos las grandes dificultades que nos ocasionaría la conservación de aquella trinchera, é ínterin estudiábamos el medio de resolver la dificultad, decidimos aumentar la altura del muro en 1^m,50 para impedir que cayeran á la vía las tierras que ya descansaban en la arista exterior de la coronación del muro.

El remedio fué eficaz sólo durante unos cuantos meses. A fines de Diciembre de 1888, después de lluvias torrenciales que duraron doce días, tuvo lugar un desprendimiento enorme, que empezó casi junto al edificio de viajeros de la estación de Pradell, alcanzando hasta una distancia de 300 metros en dirección á la boca del túnel de Argentera. Este movimiento del terreno que coincidió con movimientos sísmicos observados en varios puntos de la costa de Levante, volcó el muro ó le partió cerca de la mitad de su longitud: trozos del mismo, de 10 metros de largo, corrieron más de 15 metros y aparecieron colocados á mayor altura; las vías de construcción que se hallaban asentadas en la trinchera quedaron rotas por varios puntos, y en algunos la rasante de la explanación subió dos metros sobre su posición primitiva. Se abrieron grandes cavidades en el escarpe de la montaña; se agrietó el terreno en una distancia de más de 500 metros en sentido transversal á la vía; aparecieron pequeños manantiales de agua que antes no se conocían, y el empuje de la masa en movimiento fué tal, que los andenes de la estación, distantes más de 100 metros de esta masa y establecidos en el punto