

cientemente se abrió para fijar los veinte trozos más precisos, todas las entidades granadinas, el Ayuntamiento, la Diputación, la Sociedad Económica, la Academia de Medicina, y hasta el Arzobispado, han acudido para solicitar esta obra como una de las más necesarias para esta provincia, en la que aún falta tanto por construir.

Y esta carretera no ha sido labor personal: fué empeño de todos los que por esta Jefatura hemos pasado; fué trabajo del Cuerpo el iniciar y proseguir esta vía, que mañana puede dar valor a riquezas abandonadas y enseñar al extranjero que aún sabemos acondicionar nuestras bellezas al turismo y resolver, con la economía que nuestra pobreza impone, los problemas que ofrece una carretera cuyo trazado llega a cotas no igualadas por ninguna otra europea.

Yo creo que nosotros, y los que nos sigan, no desmayaremos y que, tarde o temprano, continuará la callada lucha con lo agreste de la topografía y lo poco firme del terreno, y sin problemas de lucimiento que solucionar, pero con muchas molestias que

aguantar, y más dificultades pequeñas que resolver, iremos monte arriba, viendo a nuestro paso desenvolverse la riqueza, hasta llegar a mirar desde la cresta, allá en el horizonte, la bravía e inhospitalaria región rifeña; y pensaremos que no por lucro, ya que bien mezquinos son nuestros ingresos, ni por gloria, pues para la gente no somos sino los responsables, por desidia o algo peor, del mal estado de las carreteras, sino por idea del deber, aquí como en toda la Península, tan falta de colonización interior, vamos, sin lágrimas y sin sangre, abriendo zonas al cultivo y al comercio, donde dar empleo a las actividades españolas, que hoy huyen de esta patria sin vías de comunicación y sin elementos de riqueza.

Acaso recordemos que ha sido más fácil abrir pista en el Gurugú que coronar Sierra Nevada, y ante nuestro trabajo, ni premiado ni agradecido; ante las dificultades con que luchamos para nuestra labor, que debía de ser por todos bendita, sólo podremos sentir esa austera satisfacción personal que yo siento cada vez que abro al tránsito una sección más de la carretera de Sierra Nevada.

Juan José SANTA CRUZ
Ingeniero de Caminos

DE ENSEÑANZA

La Escuela Politécnica

I

La creación de una Escuela Politécnica, con el carácter de Preparatoria, en el estudio de las carreras de Ingenieros y Arquitectos, ofrece, si el problema se examina desde un punto de vista puramente teórico, ventajas, al parecer tan seductoras y evidentes, que justifican la persistencia en caer en la tentación de fundarla; pero, al contrastar la teoría con la práctica realización de la idea, se tropieza con tales inconvenientes y peligros, que explican el fracaso de las múltiples tentativas hechas en España en tal sentido.

Parece que nuevamente renace en la mente de los gobernantes el deseo de fundar otra Politécnica, propósito que llega a conocimiento nuestro por distintos conductos; y como el intento opinamos que sería perturbador, vamos a discutir el tema, limitándonos en este primer artículo a recordar, en breve reseña, la historia de las Politécnicas españolas.

Para lograr esto, basta con recopilar lo que sobre el particular refiere, en la *Reseña histórica de la Escuela de Caminos, Canales y Puertos*, su Secretario general, Vicente Garcini, publicada, con motivo de celebrarse el primer aniversario de la creación del Cuerpo, en el número extraordinario de esta REVISTA, de 12 de junio de 1899, y lo que el actual Secretario, Carlos de Orduña, viene relatando con tanta amenidad en sus recientes *Memorias de la Escuela de Caminos*.

El primer intento de crear en España una Escuela Politécnica data de 1822, año en el que se votó una ley, malograda por los acontecimientos del 23. Más tarde, por Real decreto de 1835, se mandaba crear un llamado *Colegio Científico*, para el estudio de las materias comunes a las carreras de Ingenieros de Minas, Caminos y Arquitectos, que dejó de plantear-

se, porque la condición de ser internos los alumnos requería un vasto edificio y porque el Gobierno se encontraba sin recursos a causa de la guerra civil.

Después de estos frustrados intentos, se publicó, en octubre de 1848, un Decreto creando la Escuela preparatoria de Ingenieros civiles y Arquitectos, decreto que el Ministro firmante, Bravo Murillo, justificaba con argumentos puerilmente expuestos y que es oportuno recordar.

Se decía así:

«Basta leer el índice de las materias que forman los estudios de las referidas Escuelas—las de Ingenieros civiles—para convencerse de que tienen una base común; porque en ellas existen clases de un mismo género. La conveniencia aconseja reunir todas las enseñanzas que se encuentran en este caso en un solo Establecimiento, que podrá denominarse Escuela preparatoria, con mejora de ramos muy importantes del servicio público.

»Además de tan señaladas ventajas, se conseguirá otra, digna de atención, bajo el aspecto económico: el coste de las enseñanzas que se han de reunir en la citada Escuela excederá en muy corta cantidad al que tenían las mismas en la Escuela especial de Caminos; pero debe tenerse presente que el importe de las matrículas, aun contando sólo con una mediana concurrencia, reducirá próximamente en una tercera parte el coste del nuevo Establecimiento; que se provee a la Escuela de Minas de clases preparatorias, de que carece, y que hubiera sido indispensable plantear, para completar la instrucción de los alumnos; todo lo cual viene a producir una economía no desatendible en el Presupuesto general del Estado, con notable mejora de las Escuelas de aplicación.»

En el Reglamento de esta Escuela preparatoria se dividían las enseñanzas en dos años y se determinaba la extensión que debía darse a cada una de ellas,

viéndose claro que este plan se subordinaba a las necesidades de la Escuela de Caminos, por haberse formado casi únicamente con materias eliminadas del de dicho Centro de enseñanza. Así, por ejemplo, mientras a los Cálculos y a la Mecánica, decía, habrá de dárseles la mayor extensión posible, «la Química se reducirá a unas nociones generales contraídas a la Química general».

Y no era éste el único punto débil en la organización de la Politécnica. El que suscitó más suspicacias fué el de la elección de los alumnos que a la terminación de los estudios preparatorios debieran ingresar en las respectivas Escuelas de Ingenieros y Arquitectura. La de Caminos exigía, que fuese por oposición entre los que hubieran obtenido en la Preparatoria la calificación mínima de Bueno por pluralidad, y la oposición versaba sobre problemas de Mecánica racional y Geometría descriptiva. En cambio, bastaba para la de Arquitectura la nota de Mediano, lo que era declarar, que las materias que estos últimos alumnos estudiaban en la Politécnica, eran para ellos de menor importancia que para los de Caminos.

Esto, como es natural, despertaba recelos, que dieron lugar a una acalorada discusión entre ingenieros y arquitectos, de carácter muy desagradable y que en poco tiempo dió al traste con aquella Politécnica, que, como se ve, tampoco servía para fomentar los lazos de simpatía entre los futuros técnicos de la construcción, sino para todo lo contrario, quedando frustrada una de las ventajas que se le atribuían.

Por Real decreto de 31 de agosto de 1855, suscrito por D. Manuel Alonso Martínez, fué suprimida la Politécnica, y es interesante el preámbulo en el que se justifica la medida, del que se transcriben los párrafos siguientes:

«Pero aunque la Escuela preparatoria pretende apartarse de uno y otro extremo, y su organización sea como conviene a los fines de su instituto, todavía, si todas las especiales hoy existentes, y las que puedan erigirse mañana, han de encontrar en ella una base común, había no pocas dificultades que vencer, y tal vez insuperables.

«Se trata de principios generales, de teorías que han de acomodarse a muy diversas carreras cuando, atendidas la índole especial de cada una, esa misma generalidad, esa apreciación común a todas, dejará grandes vacíos en la enseñanza, algo que desear en las aplicaciones, sin que varíe la índole de las Ciencias Matemáticas, de la Mecánica, de la Física y de la Química; es evidente que conviene dar a estos conocimientos una dirección especial, según las diversas Facultades a que puedan aplicarse. Porque no todas las aprovechan de la misma manera; no todas exigen el conjunto de las partes que comprende una Ciencia. Mientras el agrimensor apela a la Trigonometría plana para sus operaciones, el náutico se vale de la esférica en la resolución de sus problemas. Los procedimientos químicos son en extremo útiles al manufacturero, cuando en pocos casos recurre a ellos el arquitecto. Continuamente tiene que emplearlos el ingeniero de Minas, no en la misma frecuencia el de Caminos. Consideran indispensable la Geometría analítica los constructores de edificios y de buques; en la ciencia del cultivo y en la selvicultura entran en poco.»

«Cada carrera da la preferencia a ciertas partes de esas enseñanzas comunes a todas y desdeña otras

que apenas tienen relación con sus doctrinas y aplicaciones. Aunque los que necesitan deben prepararse de una manera especial; porque no basta abarcar los conocimientos preparatorios y apreciarlos de una manera general, abstracta e indeterminada. En tanto son más provechosos, en cuanto se acomodan a la índole de las facultades a que sirven de auxiliares.»

Sentó así nuestra Administración, aunque algo difusamente, la buena doctrina en esta materia, a pesar de lo cual, treinta y un años después, se vuelve a crear, por Real decreto de 29 de enero de 1886, otra Escuela general preparatoria de Ingenieros y Arquitectos, que corrió la misma suerte que la anterior, pues por Real decreto de 12 de julio de 1892 fué suprimida.

En el preámbulo de su creación se repetían los mismos argumentos que se invocaron el año 48; pero como al suprimirla se decía que asignaturas del mismo nombre deben tener diversa amplitud, según las especialidades de la Ingeniería, se trataba de salvar esta dificultad diciendo lo siguiente: «... pero ajustando la enseñanza común a las condiciones del menos exigente y estableciendo cursos de la necesaria amplitud dentro de la especialidad que las reclame, no hay dificultad en suprimir las asignaturas comunes en todas las Escuelas especiales, para explicarlas en una General preparatoria para Ingenieros y Arquitectos, que reciba una organización tan rigurosa como la de las mismas Escuelas especiales, que por ella se caracterice, como estos Centros entre las demás dedicadas a la enseñanza.» Pero si esto se reconoce, la mayor parte de las ventajas resultan ilusorias.

Se invocaba también en este preámbulo la ventaja de que los alumnos podrían retardar su decisión en elegir carrera dentro de aquéllas para las cuales se creaba la Escuela; pero esta ventaja casi resulta anulada al suprimir forzosamente la libertad de elección entre los diplomados politécnicos, al hacer la distribución de éstos en las distintas carreras de común preparación.

Finalmente se invoca también como razón la economía, y en 12 de julio de 1892, en virtud de la autorización concedida por la ley general de Presupuestos para la reorganización de los servicios, se suprime la Politécnica, a fin de realizar economías.

Este último ensayo de Escuela general preparatoria de Ingenieros y Arquitectos se hizo con el deseo de que prosperase, para lo que todos los Cuerpos cuya preparación estaba en ella integrada eligieron, en general, excelente personal para desempeñar las cátedras. La gran dificultad que hubo en la organización fué la de elegir Director, por las suspicacias y celos de los distintos profesores, y se dió el caso extraño de que el Director de la Politécnica fuese un Doctor en Medicina.

El ingreso, que se hacía con rigor, duraba en general dos años y comprendía fundamentalmente las asignaturas de Matemáticas, desde Aritmética hasta Algebra superior inclusive; los estudios dentro de la Politécnica se distribuían en tres cursos y los especiales en las Escuelas respectivas se hacían en tres años.

Las carreras de Ingenieros y Arquitectos duraban así, como mínimo, ocho años, después del Bachillerato, a pesar de lo cual no tenían los conocimientos dados en las Escuelas especiales la amplitud actual.

Por esto último, poco antes de suprimirse esta Es-

cuela preparatoria, se reconoció la necesidad de aumentar un año en la de Caminos, por estar los tres excesivamente recargados y para dar más amplitud a ciertos estudios, como el de las aplicaciones de la electricidad y otros, con lo que la duración de la carrera resultaría muy grande.

También se vió la conveniencia de traer a esta Escuela las asignaturas de Topografía y Geodesia, Estereotomía e Hidráulica teórica, con objeto de que su estudio y desarrollo se acomodase mejor a las peculiares exigencias de la carrera de Ingeniero de Caminos; pero hubo discrepancias en la Junta de profesores respecto a la Preparatoria; unos opinaban que a ésta debían pasar todos los estudios que se exigían para ingresar en ella; otros, que quedara reducido a dos años, con las materias que en ella se estudiaban, menos las ya indicadas; y otros, finalmente, que siguieran los tres años, eliminando las enseñanzas dichas; y agregando las de Álgebra superior, Geometría analítica y nociones de Historia Natural. En lo que sí hubo acuerdo fué en la conveniencia de que los programas de estudios de la Preparatoria fueran consultados con las Escuelas especiales, para que respondiesen en lo posible a las necesidades de las diferentes carreras.

El resultado final de todo ello fué la supresión de la Politécnica.

¿Cabe, después de tan repetidos intentos, insistir

de nuevo en la creación de otra Politécnica? La más elemental prudencia aconseja que se proceda, por lo menos, con gran cautela, examinando, en primer término, el pro y el contra de la idea generadora que ha impulsado tantas veces a fundar una Escuela general preparatoria general y única para todas las carreras técnicas de Ingeniería y Construcción, idea que parece despertar de nuevo, después de un letargo de treinta y tres años, tiempo en el cual han evolucionado tanto los procedimientos de enseñanza técnica profesional.

En este primer artículo nos hemos limitado a hacer historia, que siempre es manantial fecundo de enseñanzas, cuyo conocimiento evita recaer en errores evidentes y fracasos probables; pero la simple narración de sucesos no basta para desterrar ideas de apariencia seductora y cuyo solo nombre evoca prestigios científicos de naciones de alta cultura, pues los actuales partidarios de la idea, como los de antes, dirán que el error radica, no en ésta, que sigue siendo excelente, sino en su mala interpretación.

Es indispensable, por tanto, examinar el problema a fondo, discutiendo su idea madre.

Esto nos proponemos hacer; pero antes conviene examinar otros antecedentes de la creación de las Politécnicas españolas, en relación con las de otros países europeos, lo que será objeto del siguiente artículo.

Vicente MACHIMBARRENA
Director de la Escuela de C., C. y P.

Nota sobre el cálculo de forjados de hormigón armado

Después de no pocas horas de indecisión y titubeos sin cuento, de verdadero temor ante la idea de lanzar a la luz pública unos renglones faltos de atractivo, he resuelto perder ese miedo, muy natural en quien comienza a recorrer el vasto campo de la Ingeniería, y resumir en unas cuartillas algunas ligeras observaciones que, aunque exentas de interés para la mayoría de los ingenieros, quizás puedan servir para encauzar los vacilantes pasos de algunos que, como el modesto autor de esta nota, no han hecho más que asomarse tímidamente ante el horizonte deslumbrador de la Ciencia.

Voy a exponer, de un modo todo lo más claro que me sea posible, el procedimiento que empleo en el cálculo de forjados de hormigón armado, empotrados de un modo perfecto en sus secciones extremas y sometidos a la acción de una carga uniformemente repartida.

Datos preliminares

Sea l la luz de cálculo, o distancia entre las secciones de empotramiento, expresada en metros; a , también expresada en metros, la longitud del forjado, y p el valor de la carga uniformemente repartida que le solicita, expresada en kilogramos por metro cuadrado.

Ley de variación de los momentos flectores

La ley de variación de los momentos flectores es una parábola de segundo grado, cuya ecuación referida a dos ejes de coordenadas, uno horizontal de longitudes y otro vertical de momentos, que pasen por la sección de empotramiento de la izquierda, es, según fácilmente puede deducirse,

$$M = \frac{p \cdot l}{12} [6x(l-x) - l^2]$$

Esta ley es la que se representa en la figura 1.^a

La ecuación anterior da para valores de los momentos en el centro y en las secciones de empotramiento las expresiones muy conocidas

$$M_c = \frac{1}{24} p \cdot l^2 \quad M_e = -\frac{1}{12} p \cdot l^2$$

Comencemos por determinar en la ley de variación de los momentos flectores las abscisas para las cuales se anula el valor del momento, así como aquellas para las cuales tiene igual valor absoluto y signo contrario al deducido para la sección central. Por sencillas operaciones se obtiene:

Abscisas de momento nulo

$$X_{M_0} = \frac{l}{6} (3 - \sqrt{3}) \quad X'_{M_0} = \frac{l}{6} (3 + \sqrt{3})$$

Abscisas de momento igual a $-\frac{1}{24} p \cdot l^2$:

$$X_{M_{-c}} = \frac{l}{6} (3 - \sqrt{6}) \quad X'_{M_{-c}} = \frac{l}{6} (3 + \sqrt{6})$$

Los puntos simétricos de los primeramente obtenidos, con relación a los determinados en segundo lugar, tienen por abscisas

$$X = \frac{l}{6} (3 - 2\sqrt{3} + \sqrt{6})$$

$$X' = \frac{l}{6} (3 + 2\sqrt{3} - \sqrt{6})$$

Fijados estos elementos preliminares, ahora es ya fácil calcular las secciones necesarias, tanto de hor-