

antiguo a las obras del cauce y esclusas, con el fin de reducir al mínimo los perjuicios en los aprovechamientos de los saltos.

Hubo de dedicarse la primera época a la redacción de los diversos Reglamentos: el orgánico, el de policía y conservación, el de aprovechamientos de energía, el de riegos, el de navegación (con las tarifas correspondientes) y el de personal de agentes, cuya organización, ingreso y mejora de sueldos hubo de acometerse desde el primer momento; se comenzaron las obras primeramente necesarias en los edificios anejos, instalación del teléfono a todo lo largo del Canal, talleres de calderería y herrería, roturación de planteles para viveros, reparación del material flotante existente y otros trabajos de menor importancia, además de los de conservación ordinaria.

Se fueron desarrollando después obras de mejora y reforma periódicamente, en las cuales son las más importantes las de sustitución de las puertas de esclusa de madera por otras de armadura metálica y forro de madera o metálico, nueva construcción o reparación de viviendas de agentes, sustitución de compuertas de toma, de madera, por otras metálicas, reparación de almacenes, etc.

Simultáneamente con éstas, y con arreglo a las peticiones de arriendo de saltos, se han ido realizando

las obras para la habilitación de las existentes, adaptándolas a los modernos tipos de turbinas.

Por último se ha aumentado el material flotante con ocho barcas nuevas, montadas en nuestros talleres.

En la imposibilidad, por falta de espacio, de una enumeración detallada, hacemos el siguiente resumen de las obras ejecutadas en el período de cinco años a partir de la reversión:

Edificaciones.	Casillas de Agentes del Canal..	{	Nuevas, 8 con 12 viviendas.	
			Reparaciones y reformas, 5 con 7 viviendas.	
	Almacenes.....	{	Reparación y reformas.	5
	Talleres.....	{	Nueva construcción..	1
	Edificio de la Administración...		Reforma y ampliación.	1
			Reparación y reforma.	1
	Habilitación de fábricas para instalación de centrales.			5
	Puertas de esclusas. Nueva construcción.			13
	Compuertas metálicas			16
	Aparatos para maniobras de las esclusas. Nueva construcción			2
	Barcas.	{	Nuevas.	8
Reparaciones			5	
	Dragas. Adquisición.			2
	Grúas flotantes. Adquisición y montaje.			1

Eduardo FUNGAIRO
Ingeniero de Caminos

Las enseñanzas técnicas en Italia

Preocupa hondamente en todos los países cuanto se relaciona con la llamada enseñanza técnica; no podía por menos de ocurrir lo mismo en Italia, en donde, por su especial constitución, por ser una nación relativamente joven, había escuelas con ideas y organizaciones muy diferentes, por pertenecer a los distintos reinos, ducados, repúblicas y demás Estados que, al unirse, formaron la nueva Italia.

Algunas de estas escuelas estaban unidas a Universidades de gran renombre, como ocurría con las de Padua, Pisa, Roma y Bolonia; otras eran independientes, como la especial del Cuerpo de Ingenieros de Puentes y Caminos, de Nápoles, fundada por el rey Jerónimo Bonaparte, imitando las escuelas francesas, de donde también se copiaron las españolas, con una cierta autonomía dentro de lo que esta palabra significaba en aquellos tiempos; y así, también había la Escuela Naval Superior, de Génova, la Militar, de Módena, y, ya con modalidad distinta, la Escuela Politécnica, de Turín, y el Instituto Superior, de Milán, que nacieron y han continuado con una altura verdaderamente superior y un régimen autonómico verdad, base, seguramente, de la reforma que en toda la enseñanza técnica se ha hecho en el año 1923.

Constituido el reino de Italia, trató en seguida de unificar los planes de las diversas escuelas de ingenieros, ordenar sus estudios y especializar en lo posible sus enseñanzas, sin perjudicar a las localidades en donde estaban establecidas, conservando el ahenlo y la tradición que cada una de ellas tenía, y satisfacer de esta manera las necesidades sentidas de un modo imperioso por el país, no sólo para

ponerse a tenor del avance de la ciencia del ingeniero, sino también para resolver el difícil problema de sostener una población numerosa en un territorio de extensión reducida, pero en donde hay grandes superficies de terreno pantanoso e insalubre y otras enormes de secano, a pesar de tener ríos caudalosos, pero eminentemente torrenciales. Era preciso crear al mismo tiempo una industria potente, para tener medios de vida y para garantizar la seguridad e independencia nacionales; pero, no poseyendo ni minas de carbón, ni de hierro y otros metales, tenían que utilizar las corrientes de aguas poderosas que nacen en altitudes a miles de metros, y por eso inmediatamente se ve que en esas escuelas se organizan las enseñanzas especiales hidráulicas y eléctricas, dando asimismo gran importancia a cuanto pueda significar una intensificación de la producción agrícola, y se educa así un personal de ingenieros que realiza estudios y proyectos notables, que dan como resultado los encauzamientos de todos los ríos y corrientes principales y el saneamiento y cultivo de inmensas extensiones de terrenos que antes eran malos y hoy dan cuatro y más cosechas al año.

Por efecto de aquellas primeras reformas se suprimen las Escuelas especiales de los Cuerpos de Ingenieros del Estado y se ponen bajo la inspección del Ministerio de Instrucción Pública todas las escuelas civiles, formando en cierto modo parte de las Universidades correspondientes, pero con independencia en su funcionamiento, aunque en ellas se cursen los años de preparación, como ocurre con las escuelas de aplicación de ingenieros de Roma, Pisa, Bolonia, Padua, Palermo y la Real Escuela Supe-

rior, de Nápoles, y separadas por completo de las Universidades, el Real Politécnico, de Milán, y la Real Escuela de Ingenieros, de Turín.

Desde el primer momento acuden a esas escuelas muchos alumnos, que dan un considerable número de técnicos de las especialidades de ingenieros civiles, industriales, químicos, navales, y también de arquitectos, entre los que hay figuras prestigiosas, dignos sucesores de profesores como Cremona, Ferraris, Manebra, Castigliano, de fama mundial, y empieza así el gran desenvolvimiento industrial de Italia.

¿Quién será capaz de señalar, en los fenómenos económico-sociales, cuál es la causa y cuál el efecto? Nadie podrá asegurar, en el caso de Italia, si el resurgimiento industrial es el que ha incitado a miles de jóvenes a seguir la carrera de ingeniero, o si, por el contrario, es, como nosotros creemos, el número grande de ingenieros que todos los años salen de sus escuelas el que ha provocado, con sus grandes iniciativas, exaltadas en la lucha, el considerable desarrollo de la vida industrial de la nación.

Lo que es indudable, y lo pueden apreciar cuantos a Italia visiten, es que el número de ingenieros y arquitectos que de las escuelas oficiales salen todos los años, pasa de mil doscientos, y que Italia es hoy uno de los países más industriales del mundo; que sus obras de ingeniería, en general muy atrevidas, honra y orgullo de sus autores, son estudiadas e imitadas por ingenieros de otros países, y en especial todas aquellas de aprovechamientos de terrenos, instalaciones hidroeléctricas, túneles y tantas otras, descritas en los periódicos, revistas y tratados profesionales, sin olvidar las grandes fábricas y talleres de productos químicos, abonos, maquinarias, tejidos, astilleros, en donde se hacen acorazados, submarinos, barcos mercantes y todas las manifestaciones de la industria moderna.

Nadie se asusta en Italia de que salgan tantos técnicos; los Cuerpos del Estado se nutren de los que en esas mismas escuelas se forman, mediante rigurosos concursos, o, mejor dicho, oposiciones (en las que se llegan a presentar cuatrocientos candidatos para veinte plazas, como ha ocurrido en una de las últimas, del Cuerpo de Ingenieros de Obras públicas, por cedimiento por el cual el Estado tiene siempre a los mejores); nadie pide que se cierren las Escuelas, ni mucho menos que se limite el número de los alumnos, por grande que éste sea; el Estado cumple su función docente admitiendo a cuantos a sus puertas llaman, exigiéndoles, bien entendido, unos derechos de matrícula y otros, mucho más elevados que en España; les procura una instrucción sólida, da sus títulos a aquellos que los merecen y los deja que luchan; pero en esto sí que los ayuda, dificultando la competencia de ingenieros extranjeros, protegiendo de una manera enérgica la industria nacional, impulsando considerablemente las Obras públicas, teniendo colonias que no cuestan dinero, sino que dan rendimientos, y en donde hay un gran campo de trabajo personal, un consumo importante de mercancías y una ayuda eficaz para la Metrópoli, fomentando y vigilando la emigración periódica; en una palabra, desarrollando las fuerzas del país y trabajando por su engrandecimiento.

Por Decretos-leyes de 30 de septiembre de 1923 y de 2 de septiembre de 1924, se ha concedido la au-

tonomía universitaria en toda Italia, alcanzando ese beneficio a todas las Escuelas de ingenieros, a las que ahora se da el nombre genérico de Reales Escuelas de Ingeniería, y se ha confirmado, y en cierto modo ampliado, a las que, como el Real Politécnico, de Milán, y la Real Escuela de Ingeniería, de Turín, ya gozaban de ella. En estos momentos se están aprobando los Estatutos y Reglamentos correspondientes de cada una de ellas, y se hacen modificaciones en la enseñanza para implantar ya de un modo definitivo las diferentes especialidades que a cada Escuela se ha conferido.

Hemos tenido ocasión de hablar, en reciente visita hecha a seis de las mencionadas escuelas, con los profesores de sus claustros, y todos están muy satisfechos de la concesión obtenida, y únicamente temen que pueda el Poder central menar, con posteriores disposiciones de orden administrativo, la pureza de la autonomía, sin que esto quiera decir que piensen eludir la sana y alta inspección que el Estado se ha reservado y que todos acatan sin ninguna reserva.

Los planes de enseñanza, que varían ligeramente de unas escuelas a otras, se pueden agrupar en dos: uno para las escuelas de Roma, Nápoles, Pisa, Palermo, Padua y Bolonia y otro para las de Milán y Turín.

En las del primer grupo hay dos años de ciencias físico-matemáticas y tres de ciencias técnicas y de aplicación, y, generalmente, uno de especialización no obligatorio, estudiándose los dos primeros en las Universidades y los demás en las Escuelas.

En las del segundo grupo hay dos años de ciencias físico-matemáticas, dos cursos de ciencias técnicas y un quinto curso de ciencia aplicada, que se divide en tres subsecciones, tanto para los ingenieros civiles como para los industriales.

En el Estatuto de la Escuela de Bolonia, que elegimos como representación del primer grupo, ya que los demás del mismo difieren poco entre sí, se señala que los dos años de ciencias físico-matemáticas los deben aprobar en la Universidad de Bolonia, y comprenden las materias siguientes:

Física experimental: dos años.
Química general inorgánica y elementos de orgánica.
Análisis matemático: dos años.
Geometría analítica y proyectiva.
Geometría descriptiva y sus aplicaciones.
Mecánica racional.
Dibujo de adorno y de arquitectura elemental: dos años.

Los alumnos procedentes de otra Universidad o Escuela, donde los programas sean distintos, son admitidos; pero deben demostrar su suficiencia antes de terminar el primer año.

Las materias que hay que estudiar para obtener los títulos (*laureas*) de ingeniero industrial, ingeniero civil, naval o arquitecto, se dividen en tres años, o seis cuatrimestres, siendo la mayoría comunes a las tres agrupaciones.

Las que han de cursar los ingenieros civiles son:

Primer año

Ciencia de la construcción.
Mecánica aplicada a las máquinas.
Materiales de construcción y construcción civil.
Química aplicada.
Geología aplicada.
Física técnica.
Idiomas extranjeros (curso libre).

Segundo año

Hidráulica.
Arquitectura técnica (primera parte).
Topografía y Geodesia.
Electrotecnia.
Legislación.
Economía política y Contabilidad.
Máquinas térmicas e hidráulicas.
Idiomas (curso libre).

Tercer año

Puentes.
Carreteras y ferrocarriles.
Arquitectura técnica (segunda parte).
Ingeniería sanitaria.
Construcciones hidráulicas.
Explotación de ferrocarriles.
Derecho administrativo y ciencia actuarial.

Para los ingenieros industriales y arquitectos se cambian alguna de las materias por las de sus especialidades respectivas, es decir, todo lo relativo a las construcciones de máquinas para los primeros y a la parte artística para los segundos, teniendo en cuenta que en alguna de las escuelas realmente no existe esta especialidad y tienen que cursarla en las de Bellas Artes, en donde siempre hay esos cursos de ampliación.

Los exámenes se hacen por grupos de asignaturas y ante una Comisión compuesta, por lo menos, de tres miembros, uno de los cuales es un profesor libre o una persona perita extraña a la Escuela, y los profesores del año.

Deberán durar, por lo menos, veinte minutos; se verifican al fin del curso, y se repiten para los no aprobados.

Para obtener el título (*laurea*) hay que hacer un nuevo examen, ante una Comisión que el director nombra para todo el año, y está compuesta por el director, cinco profesores de la Escuela y uno libre; se nombran también dos suplentes. Estos exámenes se verifican después de terminados los ordinarios.

Este examen, parecido a nuestras reválidas antiguas, se compone de dos partes: la primera, desarrollo de un proyecto o tema, que se debe hacer en quince días, de los cuales están rigurosamente vigilados durante los dos primeros por los miembros de la Comisión, que leen los trabajos y ponen en ellos su firma para comprobar la identidad del trabajo en el momento de la calificación.

La Comisión decide si el candidato puede pasar a la segunda prueba; la no admisión se considera como desaprobación, y no se pueden volver a presentar hasta después de un año.

La segunda parte es una prueba oral, y consiste en la discusión pública del tema desarrollado, dando facultad a los que hayan obtenido sólo ocho décimas de calificación en la primera prueba, para elegir como tema de discusión el de aquellos otros candidatos que hayan obtenido nueve décimas.

La Comisión, en sesión secreta, y teniendo en cuenta las notas de los cursos anteriores, hace la calificación y da los puntos de mérito. El desaprobado no puede repetir los ejercicios hasta después de un año.

Puede cada alumno laurearse cursando varias especialidades; pero sufriendo los exámenes correspondientes.

La asistencia a las clases es obligatoria, y las faltas hay que justificarlas, bajo pena de pérdida de curso. El curso dura todo el año; las lecciones orales terminan en la segunda mitad de mayo, y se emplean los

otros meses en prácticas, viajes de instrucción, exámenes y vacaciones; si no se han podido dar las clases por causas injustificadas, se amplía el curso, en el mismo número de días, en los de mayo y junio.

Las correcciones disciplinarias son: amonestaciones, suspensión de estudios en una o más asignaturas, suspensión de exámenes o de curso, separación temporal de la Escuela, con la consiguiente pérdida de curso; cuando las suspensiones son mayores de tres meses, llevan consigo la pérdida de matrículas.

Estos castigos se acuerdan por el director o por el Consejo de la Escuela, según la gravedad, cumpliendo una reglamentación que da todas las seguridades de justicia.

El Estatuto de la Escuela de Turín, muy parecido al de la de Milán, que forman el segundo grupo, establece que la enseñanza comprende dos cursos de ciencia físico-matemática, divididos en cuatro cuatrimestres escolares para todos los alumnos; dos cursos de ciencia técnica, divididos también en cuatrimestres, pero con dos secciones, una para los ingenieros civiles y otra para los industriales, y un quinto curso, dividido en dos cuatrimestres escolares de especialización.

No se puede entrar en la Escuela sin presentar los certificados de haber aprobado los estudios, análogos a nuestro Bachillerato, algo más completo, o de otros que sean equivalentes.

Los cursos de ciencias físico-matemáticas comprenden:

Primer año

Cuatrimstre noviembre a febrero	Cuatrimstre marzo a junio
Análisis matemático.	Análisis matemático.
Geometría analítica y proyectiva.	Geometría analítica y proyectiva.
Mecánica-Física.	Física experimental.
* Química general.	Química general.
	Dibujo lineal y a mano alzada.
	Prácticas de Laboratorio de física, química y mecánica.

Segundo año

Cuatrimstre noviembre a febrero	Cuatrimstre marzo a junio
Análisis matemático.	Análisis matemático.
Geometría descriptiva y aplicaciones.	Geometría descriptiva y aplicaciones.
Física experimental.	Física experimental.
Mecánica analítica y gráfica.	Mecánica analítica y gráfica.
	Dibujo lineal y a mano alzada.
	Laboratorio de física y ejercicios de topografía.

Los cursos de ciencias técnicas comprenden:

PARA LOS INGENIEROS CIVILES

Tercer año

Cuatrimstre noviembre a febrero	Cuatrimstre marzo a junio
Ciencia de la construcción.	Ciencia de la construcción.
Mineralogía y litología.	Materiales de construcción.
Química docimástica.	Arquitectura técnica.
Mecánica aplicada.	Mecánica aplicada.
	Dibujo de construcciones y arquitectura.
	Prácticas de laboratorio, de resistencia de materiales y de química.
	Ejercicios de mecánica aplicada.

Cuarto año

Cuatrimstre noviembre a febrero	Cuatrimstre marzo a junio
Hidráulica y máquinas hidráulicas.	Hidráulica y máquinas hidráulicas.
Electrotecnia.	Electrotecnia.
Termodinámica.	Termodinámica.
Arquitectura técnica.	Máquinas térmicas.
Dibujo arquitectónico.	Dibujo arquitectónico.
Ejercicios de hidráulica, termodinámica, máquinas térmicas y electrotecnia.	

Quinto año (se divide en tres subsecciones)

Cuatrimestre noviembre a febrero	Cuatrimestre marzo a junio
<i>Sección A</i>	
Geología. Carreteras. Puentes. Arquitectura.	Geología. Contabilidad. Puentes. Arquitectura.
<i>Sección B</i>	
Geología. Carreteras. Puentes. Economía rural.	Geología. Obras hidráulicas. Puentes. Contabilidad.
<i>Sección C</i>	
Geología. Carreteras. Puentes. Geodesia aplicada.	Geología. Construcciones hidráulicas. Puentes. Ferrocarriles.

PARA LOS INGENIEROS INDUSTRIALES

Tercer año

Cuatrimestre noviembre a febrero	Cuatrimestre marzo a junio
Ciencia de la construcción. Mecánica aplicada. Tecnología general. Química docimásica. Dibujo de construcciones y de máquinas. Ejercicios en los Laboratorios de materiales, mecánica aplicada, tecnología y química.	Ciencia de la construcción. Mecánica aplicada. Tecnología general. Química industrial.

Cuarto año

Cuatrimestre noviembre a febrero	Cuatrimestre marzo a junio
Hidráulica y máquinas hidráulicas. Electrotecnia. Construcción de máquinas. Termotecnia. Dibujos de máquinas. Ejercicios de hidráulica, termotecnia, electrotecnia y de máquinas térmicas.	Hidráulica y máquinas hidráulicas. Electrotecnia. Máquinas térmicas. Termotecnia.

Quinto año

Cuatrimestre noviembre a febrero	Cuatrimestre marzo a junio
<i>Sección A</i>	
Máquinas térmicas. Mediciones eléctricas. Puentes. Construcciones aeronáuticas.	Máquinas térmicas. Electrotecnia. Contabilidad. Construcciones hidráulicas.
<i>Sección B</i>	
Máquinas térmicas. Mediciones eléctricas. Meta urgia. Química industrial.	Máquinas térmicas. Electrotecnia. Electrometalurgia. Química industrial.
<i>Sección C</i>	
Máquinas térmicas. Mediciones eléctricas. Metalurgia. Minería.	Máquinas térmicas. Electrotecnia. Electrometalurgia. Minería.

Todos los alumnos tienen obligación de asistir, cuando ellos eligen, en los tres últimos años, al siguiente curso cuatrimestral de cultura, compuesto de:

Legislación. Economía política.	Organización industrial. Higiene sanitaria.
------------------------------------	--

Al final de cada cuatrimestre, los profesores informan al director sobre el aprovechamiento de cada alumno, según las notas de clase y los trabajos que

cada uno haya hecho, y en el mes de julio se hace un examen de grupo para todos los que hayan asistido a todas las clases.

La aprobación de un grupo da derecho para inscribirse en el siguiente. Los exámenes de cada grupo consisten en pruebas escritas de las materias principales y una prueba oral del conjunto de todas las del grupo respectivo; los desaprobados pueden volver a examinarse en octubre. El examen del quinto año consiste en la redacción de un proyecto, elegido por el Consejo didáctico de la Escuela, y que se hace bajo la vigilancia de los profesores.

Los exámenes para obtener el título (*laurea*) se hacen de una manera análoga a lo establecido en las otras Escuelas; pero en éstas son dos las pruebas orales y una discusión sobre el trabajo de cada candidato; los exámenes se hacen en julio, y se pueden repetir en octubre.

La constitución de los tribunales es también análoga a la ya explicada, y en todos, pero en mayor número en los de *laurea*, entran vocales ajenos a la Escuela.

Así como en las Escuelas del primer grupo hay especialidades, que se dan a los que han terminado sus estudios, y que se refieren a Hidráulica en Bolonia, Nápoles y Pisa; a Química en Bolonia—en donde esa materia se estudia en una Escuela especial, aneja a la que hoy existe—, también las hay en Turín y en Milán de Electrotecnia, de Aeronáutica, de Mecánica técnica y, en general, de perfeccionamiento de la ciencia técnica, en que sólo se pueden inscribir los alumnos ya laureados; de esos estudios se da también título especial; el número de alumnos para estos estudios es limitado.

Quieren crear en Turín una Escuela de Química industrial, de la misma manera que han hecho en Bolonia; además hay dos instituciones de gran nombre: la Electrotécnica Carlo-Erba y la Electroquímica Princesa Yolanda.

El Real decreto de 30 de septiembre de 1923 ha establecido un nuevo título, que se obtiene después de haber sufrido lo que llaman *examen de Estado*, y que es indispensable para el ejercicio de la profesión, quedando los de *laurea* como títulos honoríficos de suficiencia técnica; este examen se verificará ante una Comisión nombrada por el ministro de Instrucción pública, con unos programas que aún no se han redactado.

Los alumnos tienen que pagar derechos de matrícula anuales, de inscripción, derechos de título, suplemento anual de inscripción, suplemento de exámenes ordinarios, suplemento de examen de títulos o *laureas*, además de los derechos y gastos de Laboratorio; todo ello según unas tarifas oficiales que hay para los estudios comunes y otras particulares para los de ampliación; puede calcularse que representa unas 1 500 liras al año; una parte de estos fondos sirven para constituir la Caja Escolar, destinada a ayudar a los alumnos necesitados, administrada por la Escuela misma, según reglas perfectamente estudiadas, que son garantía de una utilización provechosa; otra parte se destina a formar y sostener la llamada *Obra de la Escuela*, institución que tiene por objeto fomentar los estudios y ensanchar la esfera de acción universitaria, a lo cual también contribuyen todos los antiguos alumnos con una cuota proporcionada a sus beneficios profesionales;

el resto de los fondos sirve, formando parte del activo, y para retribuir a los profesores como gratificación según los exámenes a que asisten, para pago de algunos de ellos, según se detalla en el Decreto de autonomía y en los Reglamentos para su aplicación.

Se forma además el activo de la Escuela con las subvenciones del Estado, los productos obtenidos con las publicaciones, ensayos de Laboratorio pedidos por el público, con las rentas que pueda tener y con las donaciones particulares, que en alguna de las escuelas son bastante importantes.

Tienen todas las Escuelas profesorado bastante numeroso y formado por profesores ordinarios, extraordinarios, suplentes, ayudantes y vigilantes de plantilla y voluntarios, además de algún personal técnico que está expresamente asignado a los Laboratorios. Hay también los llamados profesores libres, que pagan una cantidad a la Escuela por obtener el permiso de explicar cursos especiales, y que perciben de los alumnos que asisten a sus clases una retribución previamente establecida; estos profesores tienen que hacer la petición al ministro, en la cual indican la materia que han de tratar, y, previo el informe de la Escuela, se concede el permiso, siempre que se trate de estudios que tengan una verdadera utilidad y que no se expliquen ya en ella.

Estos profesores contraen así méritos que les ponen en condiciones muy favorables para los concursos de las plazas de profesores ordinarios y extraordinarios.

El personal docente, como decimos, es numeroso: en la Escuela de Nápoles hay veinticinco profesores, siete ayudantes, treinta vigilantes y tres técnicos, es decir, un total de sesenta y cinco personas; en Roma, el número total es de setenta, y en Milán y Turín es aún mayor, por tener más especialidades y los años de preparación.

Los profesores son nombrados por el ministro mediante concursos, y después de oír a los Consejos de la Universidad y Escuelas, y los demás por el director de la Escuela, también por concurso, y con el informe del Consejo de Administración. Se nombran por tres años, y están sujetos a una revisión antes de darles el mandato definitivo.

Cada Escuela está administrada por un director y por un Consejo de Administración, formado por el director, como presidente, y de todos los profesores ordinarios, y, en casos especiales, se puede llamar a los suplentes y a dos representantes de los profesores libres; la autonomía les da una libertad completa dentro de las condiciones señaladas en la Ley y Reglamento, para organizar la enseñanza como crean más conveniente, disponer de sus fondos, organizar expediciones instructivas, instalar y mejorar los Laboratorios; en una palabra, hacer cuanto la Escuela considere preciso para cumplir sus fines, sin más obligación que la de enseñar bien y justificar la inversión de sus recursos.

Cada profesor es el único responsable de cuanto ocurra en su clase y en su gabinete o Laboratorio, que organiza con completa libertad, dentro de las normas que marquen los planes de estudio, elaborados y aprobados por el Consejo de la Escuela; tiene un despacho, con su pequeña biblioteca e instrumentos; al lado, su museo, gabinete o laboratorio, y, en la mayor parte de los casos, el aula en donde da las explicaciones.

Los laboratorios, generalmente muy bien dotados como material, no suelen disponer de buenos locales para su instalación, y en cuanto a las aulas, tienen todas la disposición en forma de anfiteatro, con bancos corridos, que recuerdan las de los Institutos y Universidades españoles; bien es verdad que el número de alumnos es enorme: no hay escuela que tenga menos de quinientos; Milán tiene dos mil; Roma, mil quinientos; Nápoles, novecientos, y hay en alguna clases como la de Química, a la que asisten cuatrocientos; y ante esas cifras, naturalmente, es muy difícil hacer instalaciones desahogadas.

Únicamente la Escuela de Turín está perfectamente instalada en el magnífico palacio de Valentino, que fué de los duques de Piamonte, y hoy propiedad de la Escuela, declarado monumento nacional, con pinturas y tapices de gran valor en salones verdaderamente espléndidos; tiene grandes patios, donde han hecho nuevas instalaciones para los gabinetes y laboratorios de Geología, Mecánica, Materiales de construcción, Topografía, Aeronáutica y uno magnífico de Hidráulica, que toma las aguas directamente del Pó, que baña sus pintorescos jardines.

Otras Escuelas, como la de Milán, tienen dos edificios bastante amplios, pero muy separados; la de Bolonia está en período de transformación, con motivo de la creación de la especialidad de Química; en Padua están terminando una nueva escuela; construída expresamente para este objeto con gran amplitud, y en ella tienen ya instalada una parte importante.

Los cursos orales y gráficos se completan en todas las escuelas con prácticas generales y visitas a obras e instalaciones del país, y también en viajes al Extranjero.

Nada tiene que envidiar nuestra Escuela de Caminos a las de Italia, como no sea la autonomía y los mayores recursos de que disponen, que les permiten aumentar el personal docente, para facilitar la labor de los profesores; pero ninguna tiene las instalaciones tan cómodas y tan en armonía con las modernas ideas pedagógicas como la nuestra, en donde los alumnos disponen de clases confortables, bien alumbradas, y en donde puedan trabajar con gran comodidad, tanto en las orales como en las de trabajos gráficos, y lo mismo ocurre en los Laboratorios.

En cuanto a los planes de estudio, que ellas tienen en pleno período de transformación, no son comparables a los nuestros, pues sus escuelas tienen un carácter universitario y de generalización de conocimientos, y la nuestra es la Escuela especial de los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, y a sus necesidades y a su tradición ha de estar atenta, sin descuidar los progresos de la ciencia y del arte del ingeniero; así, por ejemplo, no hay allí una clase especial de Hormigón armado; no la hay tampoco de Puertos y menos de Faros; necesitan dar en un mismo año muchas materias más, claro es que seguramente a costa de un menor rendimiento técnico, todo ello agravado por el número de alumnos que impide al profesor titular, aunque esté bien ayudado por los suplentes, ayudantes y vigilantes, conocer al alumno y el grado de aprovechamiento que con sus explicaciones consigue, teniendo que fiarlo todo a las pruebas finales y a los exámenes de *laurea*.

Téngase en cuenta también que la mayor parte son sólo profesores, sin ocuparse ninguno en la prác-

tica de la Ingeniería; sus explicaciones son completamente teóricas.

La impresión que produce la visita a las Escuelas italianas, contrastada con la lectura de sus planes de estudio y de los programas de las diferentes materias, es que en ellas se da una gran cantidad de conocimientos generales, para que luego personalmente cada alumno se especialice en aquello que cumple a sus aficiones o que la suerte le ofrece, y así se comprende que, comparando nuestros planes de estudio con los que tienen las Escuelas de Milán y Turín, que son las más semejantes a la nuestra, resulta que ellos dan en cinco años lo que en nosotros requiere por lo menos siete, pues no hay que olvidar que lo allí exigido en el año preparatorio o de ciencias físico-matemáticas; es decir, dentro de la Escuela, se pide aquí en los ejercicios de ingreso, y, aunque se tenga en cuenta la diferencia que pueda haber entre lo que se necesita para entrar en sus Universidades o en sus Escuelas y nuestro Bachillerato, es lo cierto que un ingeniero necesita en España ocho años para terminar su estudio, y ellos pueden hacerlo muy bien en seis.

No es de extrañar que para nutrir los Cuerpos del Estado, por ejemplo, para ingresar en el Real Cuerpo de Ingenieros Civiles, los que tienen a su cargo todas las Obras públicas de Italia, hay que

triunfar en concursos (nosotros lo llamaríamos oposiciones), y así, después de grandes y difíciles ejercicios, se consigue reclutar lo más escogido de los laureados de las Escuelas citadas, y que hasta han considerado necesario crear el *Examen del Estado* como medio de asegurarse de la capacidad de aquellos a quienes han de encargar de las obras importantes y de la dirección de las grandes industrias.

Mucho más podríamos decir de la instrucción técnica en Italia (sobre nuestra mesa están los programas, planes de estudio, horarios, anuarios y hasta los grandes carteles oficiales en donde se recuerda a los alumnos sus obligaciones y derechos); no ha sido lo expuesto más que una rápida reseña de lo que también muy rápidamente hemos visto y que, a pesar de haber sido muy atentamente informados por los directores, profesores y por todo el personal de las seis más importantes Escuelas, recibiendo atenciones que nunca agradeceremos bastante, no puede considerarse más que como una impresión, eso sí, muy favorable, de la gran altura a que hoy se encuentran, que seguramente ha de aumentar, sobre todo si la autonomía les proporciona mayores recursos, para mayor prosperidad de la nación hermana, a la que tanto contribuyen los numerosos técnicos que sus Escuelas de Ingenieros educan.

Enrique COLÁS
Profesor de la Escuela de C., C. y P.

Insuficiencia del funicular del peso propio, considerado como la forma más adecuada de los arcos de fábrica

Casi a un tiempo me han llegado estos dos libros excelentes: *Ponts en maçonnerie*, de Gay, y *Mecánica elástica*, de Peña.

Ocúpanse ambos autores de la figura de los arcos, por la definición de su directriz o fibra media, como funicular o antifunicular (va en gustos el decirlo de uno u otro modo) de las cargas.

En dos sencillos artículos, publicados en nuestra REVISTA, en los años 1923 y 1924, intenté, siguiendo a Freyssinet, justificar también que la figura más adecuada de los arcos de fábrica se obtenía dando a la fibra media la del funicular del peso propio de los mismos.

Un hallazgo, casi por completo casual, me permite afirmar hoy que no hay tal cosa, y puedo asegurar que en ningún caso cabe decir de un modo concluyente que la forma más adecuada de los arcos sea la figura del funicular indicado.

Tal consecuencia, capaz de liberar al proyectista, de catenarias, logarítmicas y otras rarezas menudas o portentosas de la elucubración, creo que merece ser sacada a luz. Por lo que se ha compuesto el presente artículo, en el que, de la más fácil manera, trátase de probar las manifestaciones precedentemente hechas, mediante la predicación con el ejemplo o con los sencillos ejemplos que siguen.

* * *

Comencemos por suponer tres puentes de fábrica diferentes y, por ello, con diferentes leyes de varia-

ción de su peso propio. Circunstancia esta última que no obsta para que los tres puentes consten de un solo arco y que los tres arcos a considerar sean de la misma luz.

Puente I.—Tiene su peso propio variable, aumentando, desde 10 000 kg por metro de luz en la clave, hasta 22 000 kg en los arranques del arco, siendo la variación conforme a la ley

$$p_I = 22\,000 - 48\,000(X - X^2) \quad [1]$$

(X es la abscisa unitaria—véase para ello, como para ejes y demás notaciones y expresiones, etc., de este artículo, el titulado «Aplicaciones del ejercicio décimoséptimo de Zafra», en el número 2 424 de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.)

Puente II.—Su peso propio es una carga uniforme de 14,000 kg por metro de luz, o sea

$$p_{II} = 14\,000 \quad [2]$$

Puente III.—Su peso propio disminuye desde 14,500 kg por metro de luz, en la clave, hasta 13,000 kilogramos en los arranques, conforme a la ley

$$p_{III} = 13\,000 + 6\,000(X - X^2) \quad [3]$$

Hágase en las expresiones que preceden $X = 0$ y $X = 1,00$ y se obtendrá el peso unitario correspondiente a los arranques; hágase $X = 0,50$ (que es la abscisa unitaria correspondiente a la clave) y se ob-