

# Diseña y construye el mundo bajo tus pies

**¿Te gustaría idear y levantar puentes, carreteras, autopistas, presas o canales? El Grado de Ingeniería Civil te prepara para desempeñar una de las profesiones más antiguas, pues ya los egipcios se preocuparon de estudiar el mundo que nos rodea para facilitar la vida en pueblos y ciudades y acortar las distancias para viajar de un sitio a otro. De hecho, sus imponentes construcciones no fueron superadas hasta muchos siglos después. Hoy, la informática y los nuevos materiales de construcción permiten poner en pie impresionantes construcciones, impensables hasta no hace muchos años.**

Redacción EE

**L**a Ingeniería civil es la disciplina de la ingeniería profesional que emplea conocimientos de cálculo, mecánica, hidráulica y química para encargarse del diseño, construcción y mantenimiento de las infraestructuras emplazadas en el entorno, incluyendo carreteras, ferrocarriles, puentes, canales, presas, puertos, aeropuertos, diques y otras construcciones relacionadas. En España, actualmente existen el Grado en Ingeniería Civil o de Obras públicas (de 4 años),<sup>11</sup>

así como el Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos (de entre 1 y 2 años más), que han relevado respectivamente a las antiguas titulaciones de Ingeniero Técnico de Obras Públicas e Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos mientras se promulga una nueva regulación de los servicios profesionales.

La ingeniería ha sido un aspecto de la vida desde el inicio de la existencia humana. Las prácticas más tempranas de la ingeniería civil podrían haber comenzado entre el 4000 y el 2000 a.C. en el Antiguo Egipto y Mesopotamia cuando los humanos comenzaron a abandonar la existencia nómada, creando la necesidad de un cobijo. Durante este tiempo el transporte empezó a incrementar su importancia, lo que llevó al desarrollo de la rueda y de la navegación.

Pero, como se explica en la página siguiente, no fue hasta el siglo XIX cuando se empieza a entender esta ingeniería tal y como hoy la conocemos.

### Los estudios hoy en día

Como objetivo general del título se pretende proporcionar una serie de capacidades, tanto en el ámbito del conocimiento científico-técnico como en el

## La carrera al desnudo

- **Área:** Ingeniería y Arquitectura
- **Estudio:** Ingeniería Civil
- **Duración:** Cuatro cursos (240 créditos)
- **Acceso: Desde Bachillerato:** Cuando ya no haya plazas suficientes, tendrán preferencia los alumnos procedentes de la opción científico-técnica.  
**Desde Formación Profesional:** Cuando la demanda supere la oferta, tendrán preferencia los técnicos superiores procedentes de las Familias Profesionales de Edificación y Obra Civil: técnico superior en Proyectos de Edificación y en Proyectos de Obra Civil, en Desarrollo y Aplicación de Proyectos de Construcción, en Desarrollo de Proyectos Urbanísticos y Operaciones Topográficas y en Realización y Planes de Obra.
- **Perfil del estudiante:** Para enfrentarse con garantías a este grado, los alumnos han de tener interés en obtener una formación de excelencia en los fundamentos científicos que le

permitirán desarrollar y aplicar sus conocimientos en el sector industrial y empresarial en las áreas de electricidad, electrónica, metalurgia, química, energía, organización industrial o robótica, así como una actitud de predisposición para el trabajo individual, capacidad de concentración, facilidad para el aprendizaje autónomo, habilidad para organizar el tiempo y el estudio, y responsabilidad para el trabajo en equipo.

- **Dónde se imparte:** Universidad Católica San Antonio de Murcia, Universidad de Cantabria, Universidad de Córdoba, Universidad de Granada, Universidad de La Laguna, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Universidad del País Vasco, Universidad Politécnica de Cartagena, Universidad Politécnica de Valencia, Universidad de Santiago de Compostela, Universidad Alfonso X el Sabio, Universidad de Alicante, Universidad de Burgos, Universidad de Cádiz, Universidad de Jaén, Universidad de Oviedo, Universidad de Salamanca, Universidad de Sevilla, Universidad de Zaragoza, Universidad Europea de Madrid, Universidad Politécnica de Cataluña, Universidad Politécnica de Madrid, Universidad de Castilla-La Mancha.

ámbito personal y social, que permitan a los egresados trabajar en distintas etapas (planificación, ejecución, mantenimiento, conservación, explotación, control y evaluación) de todo tipo de proyectos en relación con la ingeniería civil (vías de comunicación y transporte, obras hidráulicas y energéticas, obras marítimas,

### Salidas profesionales

Esta titulación está considerada como una de las que tienen un futuro profesional más asegurado. En primer lugar, se puede trabajar en el **sector privado**, pues las empresas de construcción realizan y ejecutan obras

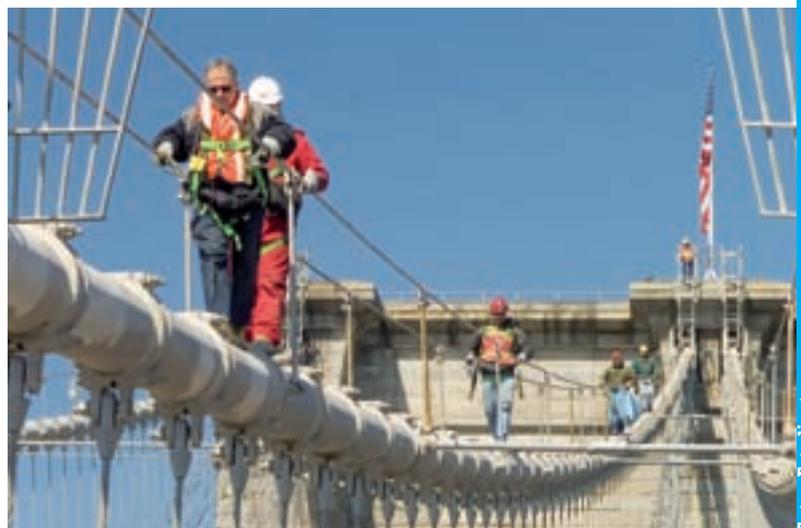
## «Una ingeniería con futuro profesional asegurado»

edificación, urbanismo y ordenación del territorio y medio ambiente), contribuyendo con ello al progreso y bienestar social.

Para ello, adquieren y saben aplicar conceptos y fundamentos no solo de carácter científico/técnico, sino también, de carácter legal, económico y de calidad en la gestión de proyectos.

Son profesionales con dominio de la expresión oral y escrita, capaces de defender ideas y soluciones a problemas en público, de elaborar juicios y argumentaciones de índole social, científica y/o técnica, sobre aspectos de la ingeniería civil. Están preparados para enfrentarse a nuevas situaciones, y para plantear soluciones novedosas que tengan en cuenta el impacto ambiental y contribuyan al desarrollo sostenible. Saben trabajar de forma autónoma pero también sabrán integrarse en un equipo de trabajo cuando sea necesario, asumiendo tareas de responsabilidad.

de diferentes características, tamaño y volumen que pueden ir desde grandes presas o autopistas de miles de millones de presupuesto hasta pequeñas obras de





pavimentación de calles u otro tipo. Las empresas de Ingeniería, también conocidas como de consultoría o simplemente consultoras se dedican fundamentalmente a la redacción de los Proyectos y las Direcciones de Obras, en los que al ingeniero técnico de Obras Públicas le competen funciones como la realización de mediciones, el control de calidad, la seguridad y la salud, etc. Actualmente, aunque las obras públicas crecen a menor ritmo que hace unos años debido a la crisis, las empresas españolas gozan de gran prestigio, por lo que están desarrollando proyectos en todos los países del mundo, especialmente en aquellos cuyas economías están en pleno desarrollo.

A su vez, los ingenieros civiles pueden ejercer la profesión de forma autónoma, pero para ello es preciso estar dado de alta en el Colegio Profesional correspondiente, que visa los trabajos, estar asimismo dado de alta en la licencia fiscal de Hacienda y pagar anualmente el Impuesto sobre Actividades Económicas

Por último, existe un apartado destinado a los **funcionarios de la Administración**. Sin duda, la más importante de estas opciones es el tradicional Minis-



### Para qué capacita el título

De acuerdo con la Ley 12/1986 sobre regulación de las atribuciones profesionales de la Arquitectura e Ingeniería Técnica, modificada por la Ley 33/1992, corresponden a los Ingenieros técnicos, dentro de su respectiva especialidad, las siguientes atribuciones profesionales:

a) **La redacción y firma de proyectos** que tengan por objeto la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de bienes muebles o inmuebles, en sus respectivos casos, tanto con carácter principal como accesorio, siempre que queden comprendidos por su naturaleza y características en la técnica propia de cada titulación.

b) **La dirección de las actividades** objeto de los proyectos a que se refiere el apartado anterior, incluso cuando los proyectos hubieren sido elaborados por un tercero.

c) **La realización de mediciones**, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

d) **El ejercicio de la docencia** en sus diversos grados en los casos y términos previstos en la normativa correspondiente.

e) **La dirección de toda clase de industrias** o explotaciones y el ejercicio, en general respecto de ellas, de las actividades a que se refieren los apartados anteriores. Los ingenieros técnicos de Obras Públicas poseen plena competencia para desarrollar la dirección de Empresas y Servicios, la redacción y firma de proyectos, la dirección de obras y actividades y el ejercicio de la docencia tanto en el ámbito de la empresa privada como de la empresa pública o la Administración, en sus respectivas especialidades.

terio de Obras Públicas (en la actualidad de Fomento), que cuenta con una amplia gama de plazas, ya sea directamente en centros de investigación y laboratorios o en las empresas públicas que patrocina o en sus servicios provinciales, bien en carreteras, confederaciones hidrográficas, comisarías de aguas, puertos, etc. La administración autonómica, por su parte cuenta en todas las provincias con servicios de carreteras, de obras hidráulicas, de urbanismo, o de transporte. ✧

## La ingeniería con más historia

La ingeniería civil es, probablemente, una de las ramas de la Ingeniería más antiguas, junto a la militar. Decir que la colocación de piedras sobre un vado o la excavación de una pequeña acequia de regadío podrían ser los principios de la Ingeniería Civil es un poco exagerado, pero ya en el antiguo Egipto existían redes de canales que repartían el agua de las crecidas del Nilo entre las terrazas de cultivo, con lo que esto supone de conocimientos de topografía para trazar canales con pendientes descendentes constantes o de construcción de muros para sostener el terreno de las terrazas. Y, desde luego, nadie podría negar que los acueductos, presas, puentes, cloacas, calzadas o puertos de la antigua Roma son obras civiles, muchas de las cuales tardaron siglos en ser superadas y algunas de las cuales todavía funcionan.

Ya sea que se trate de carreteras, canales de irrigación, canales de navegación, presas o puertos, se puede observar que todos los pueblos de la antigüedad han hecho uso en mayor o menor medida de los conocimientos de la Ingeniería Civil, siendo en muchos casos ésta una muestra evidente de sus grandes conocimientos.

La Ingeniería Civil, sin embargo, tal y como se la conoce ahora, tiene su origen a caballo entre los siglos XIX y XX, con el desarrollo de modelos matemáticos de cálculo, mejoras en la fabricación del acero y la invención del hormigón armado. Los trabajos de Castigliano, Möhr o Navier entre otros permitieron abordar analíticamente los esfuerzos que producían en las estructuras las solicitaciones a que éstas eran sometidas para determinar de forma aproximada pero fiable los valores de dichos esfuerzos. Esto permitió el diseño eficiente de estructuras, con garantías de resistencia y una mayor economía.

Las mejoras en los procesos de fabricación de acero permitieron la eliminación de impurezas que reducían su resistencia. A su vez, nuevos procesos de fabricación permitieron la obtención de piezas de longitudes considerables y de mucha mayor resistencia. Los perfiles metálicos así obtenidos abrieron la posibilidad de construir estructuras mucho más esbeltas y ligeras.

Por último, la invención y desarrollo del hormigón armado por parte de ingenieros franceses significó una revolución en el mundo de la construcción, pues este material es capaz de ofrecer grandes resistencias a un coste mucho más bajo que el acero y sin mantenimiento.

Sin embargo, estos nuevos materiales trajeron también algunos problemas. El enfriamiento incorrecto del acero y el fenómeno de la fluencia en el hormigón armado produjeron varios colapsos por rotura frágil, si bien hace ya tiempo que estos problemas han sido comprendidos y solucionados.

Actualmente, la Ingeniería Civil vive un momento de gran expansión. La informática y los nuevos materiales permiten la construcción de estructuras tan impresionantes como el viaducto de



Millau o el puente de 36 kilómetros en la Bahía de Hangzhou que hace tan solo unos años serían impensables.

### LA EVOLUCIÓN EN ESPAÑA

Los estudios superiores de Ingeniería Civil en España tienen su nacimiento formal en 1799 con la creación del Cuerpo de Ingenieros de la Inspección General de Caminos decretada por Carlos IV. En septiembre de 1802 se funda la Escuela de Ingenieros de la Inspección General, dirigida por Agustín de Betancourt, y finalmente, mediante Decreto de 26 de julio de 1804, se crea el título de Ingeniero de Caminos y Canales. En 1834, la denominación del título se amplía y adquiere la forma definitiva de ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Los estudios de ingeniero Técnico de Obras Públicas nacen siguiendo un recorrido similar. En 1854 se crea el Cuerpo de Ayudantes de Obras Públicas, y tres años más tarde, en 1857 se crea la Escuela de Ayudantes de Obras Públicas, agregada a la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Con la Ley de Ordenación de las Enseñanzas Técnicas en 1957 el título pasa a denominarse peritos de Obras Públicas y con la Ley de Reordenación de las Enseñanzas Técnicas de 29 de abril de 1964 pasa a denominarse ingeniero Técnico de Obras Públicas. Con los Reales Decretos 1432/1991, 1435/1991 y 1452/1991 se transforma en los títulos de ingeniero técnico en Hidrología, ingeniero técnico en Construcciones Civiles e ingeniero técnico en Transporte y Servicios Urbanos.

Con el RD 50/1995, adquieren la denominaciones de ingeniero técnico de Obras Públicas especialidad en Hidrología, ingeniero técnico de Obras Públicas especialidad en Construcciones Civiles, e ingeniero técnico de Obras Públicas especialidad en Transporte y Servicios Urbanos. Con la implantación del Plan Bolonia, la titulación se concentra en el Grado en Ingeniería Civil o de Obras públicas (de 4 años) y el Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos (de entre 1 y 2 años más), relevando así a las antiguas titulaciones.

DAVID FERNÁNDEZ, COORDINADOR DEL GRADO DE INGENIERÍA CIVIL EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

# «Las perspectivas de empleo en el mundo globalizado son favorables»



—El área que abarca la Ingeniería Civil es muy amplio, ¿qué itinerarios existen y que especialidades se obtiene de cada uno de ellos?

—La Ingeniería Civil abarca la construcción de infraestructuras. El objetivo del título es:

- Formar profesionales con una amplia formación científica, tecnológica y socioeconómica, preparados para su ejercicio en el desarrollo y aplicación de las tecnologías de la Construcción, la Hidrología y los Servicios Urbanos, en el ámbito de la Ingeniería Civil.
- Comprender los múltiples condicionamientos de carácter técnico y legal que se plantean en la construcción de una obra pública.
- Capacitar para emplear métodos contrastados y tecnologías acreditadas, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia en la construcción dentro del respeto por el medio ambiente y la protección de la seguridad y salud de

los trabajadores y usuarios de la obra pública.

Para conseguirlo se establecen tres itinerarios formativos que puede seguir el estudiante, obteniendo en cada uno de ellos dos especialidades:

- Construcciones Civiles y Transportes y Servicios Urbanos.
- Construcciones Civiles e Hidrología.
- Hidrología y Transportes y Servicios Urbanos.

Estas especialidades permiten el acceso a atribuciones profesionales de ingeniero Técnico de Obras Públicas en los Itinerarios correspondientes

— ¿En qué ha cambiado esta ingeniería desde la implantación del EEES?

—El título de graduado en Ingeniería Civil por la Universidad Politécnica de Madrid, sustituye al anterior título de ingeniero técnico de Obras Públicas impartido por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil.

## «El peso que se da a las prácticas ronda el 20% por asignatura»

El título ha pasado de unos estudios que tenían una duración de tres años en el que se obtenía una única especialidad a una titulación con doble especialidad que se obtiene en cuatro años de estudios. La Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil de la UPM es la única Escuela de Ingeniería Civil que ofrece un grado con doble especialidad.

—¿Qué tipo de prácticas realizan

los alumnos del grado? ¿Qué peso se le da a estas prácticas?

—Los alumnos de Grado de Ingeniería Civil realizan prácticas individuales en aula, prácticas colectivas en aula y prácticas de laboratorio en múltiples asignaturas para corroborar en la práctica los conocimientos teóricos. El peso que se da a las prácticas es distinto en cada asignatura pero podemos estimar que ronda el 20%.

—¿Cuál es el perfil idóneo para acceder a este grado desde el Bachillerato?

—El perfil idóneo para el ingreso es el del Bachillerato en la modalidad de ciencias y tecnología, por los conocimientos de matemáticas, física, dibujo técnico y química obtenidos que ayudan en los primeros años de la carrera.

—¿Cómo afecta la crisis al mundo laboral relacionado con la Ingeniería Civil?

—La crisis económica afecta de forma importante en todo el sector productivo y en particular la construcción en España. Sin embargo las empresas españolas son líderes en muchos sectores de la ingeniería, de la construcción y de las concesiones de infraestructuras en todo el mundo. Por este motivo las perspectivas de trabajo en ingeniería civil en el mundo globalizado son muy favorables.

BENIAMINO RUSSO, COORDINADORA DEL GRADO EN LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

# «La clave en la formación del ingeniero civil es su especialización»

—¿Qué tipo de prácticas realizan los alumnos del grado de Ingeniería Civil? ¿Qué peso se le da a estas prácticas desde la implantación del EEES?

—La Escuela Politécnica Universitaria de la Universidad de Zaragoza (EUPLA) se caracteriza por el elevado número de horas dedicadas a prácticas de laboratorio. Casi todas las asignaturas proponen trabajos y actividades que pueden llegar a suponer hasta un 20-30% de la nota final. En la EUPLA entendemos que la formación de un ingeniero no puede obviar este tipo de formación, así que se organizan, en los respectivos laboratorios, prácticas sobre materiales, mecánica de fluidos, ingeniería hidráulica en lámina libre (canales), simulaciones numéricas a través de código numéricos para simular capacidad estructural de obras civiles, simulaciones hidrológicas para evaluar el impacto de inundaciones, sequías, etc.

—¿Qué formación de posgrado se puede hacer una vez obtenido el grado?

—Con el grado de ingeniería civil se puede acceder al máster de Caminos así como a otros másteres de especialidad oficiales o de estudios propios (en los campos de transporte, hidrología, ingeniería hidráulica y ambiental, estructuras). El grado de Ingeniería Civil es un grado mundialmente reconocido así que el ingreso a másteres de especialidad está garantizado en la práctica totalidad de los casos. La escuela oferta un diploma de especialización (título propio de la

Universidad de Zaragoza) en la gestión y la modelización del ciclo urbano del agua (ya llevamos cinco ediciones y, actualmente, se está cambiando su formato para pasar de 12 créditos ECTS a 30 ECTS).

—¿Hasta qué punto depende el sector de la ingeniería civil de la financiación pública? ¿Dónde puede conseguir empleo un graduado?

—La clave en la formación del ingeniero civil es su alta especialización.

Aunque es cierto que la financiación pública en obras civiles ha disminuido mucho por efecto de la crisis económica, no hay que olvidar el gran número de infraestructuras que necesitan ser explotadas y mantenidas. La explotación y la conservación del patrimonio existente sustituye en este caso el campo de actividad de los ingenieros civiles en los últimos años que ha sido más bien el diseño y construcción de obras.

—¿Cuáles son las asignaturas más importantes de este grado?

—Es una pregunta de muy difícil respuesta. Todas las asignaturas que componen un plan de estudio, a mi entender son necesarias e importantes. Quitando la formación básica y común para un ingeniero civil, seguramente la elección de asignatura de especialidad debería estar relacionada con el

momento económico. En este momento, todo lo que está relacionado con la ingeniería del medio ambiente está muy de moda por la sensibilidad que han logrado obtener en este ámbito, así que asignaturas como Ingeniería Ambiental, Gestión de recursos hídricos, Técnicas de depuración, etc. representan materias importantes por la posible salida laboral que suponen.

—Dentro de todo el ramo de especialidades que acoge el grado de Ingeniería Civil, ¿cuál sería la más idónea para un momento de crisis como el actual?

—Todos siempre y cuando el alumno se especialice en el sentido de explotar

y mantener lo existente. En el ámbito de la construcción todo lo que está relacionado con la patología y rehabilitación de estructuras, en ingeniería hidráulica todo lo que está relacionado con sistemas de monitorización (sistemas de alerta contra sequía e inundaciones) y protección de los medios hídricos receptores; en el campo de transporte y servicios urbanos, la logística y las técnicas de tratamiento de residuos. Todos estos campos son de exclusiva competencia de un ingeniero civil, así que la mejor forma de estudiar en un momento de crisis es formarse y especializarse en lo que el mercado requiere.

«En crisis hay que formarse en lo que requiere el mercado»