



David Gómez Jiménez,

Ejercer de ingeniero en EEUU: *Professional Engineer (PE)*

INGENIERO INDUSTRIAL, DIRECTOR DEPARTAMENTO DE ENERGÍA
OFICINA COMERCIAL DE ESPAÑA EN LOS ANGELES

En líneas generales, estar licenciado como Ingeniero Industrial en EEUU implica:

- Sólo un ingeniero licenciado puede preparar, firmar, sellar y presentar cualquier plano de ingeniería ante una autoridad pública, y sellar cualquier trabajo de ingeniería para clientes privados o públicos.
- Los ingenieros licenciados tienen la responsabilidad de su trabajo y también de las vidas que se vean afectadas por su trabajo y deben seguir los altos valores éticos que su profesión requiere.
- Muchos Estados requieren que los profesores que enseñen ingeniería estén licenciados.

In general, to be licensed as an Industrial Engineer in the US involves:

- *Only a licensed engineer can prepare, sign, seal or submit any engineering drawing to a public authority, and seal any engineering work for private and public clients.*
- *Licensed engineers are responsible for their work and the lives that are affected by their work and must follow the highest ethical standards that their profession requires.*
- *Many states require teachers to teach engineering are licensed.*

Los requisitos para ejercer la profesión de ingeniería en EE UU son sustancialmente diferentes a España. Para poder firmar proyectos se requiere que el ingeniero en cuestión esté licenciado, es decir sea *Professional Engineer* (PE). Además, aunque el proyecto no requiera legalmente de la firma de un PE, desde el punto de vista comercial, suele ser una exigencia común contar con PE como sello de calidad y competencia profesional. No existen Colegios profesionales como en España, aunque sí que hay varias asociaciones que velan por la defensa de la profesión, destacando la *National Society of Professional Engineers* (NPSE). Tampoco es necesario el visado de los proyectos, ya que la licencia válida o garantiza que el ingeniero que lo firma es competente, ya que además asume, de manera personal, la responsabilidad civil y penal de las posibles consecuencias.

Hasta hace poco más de un siglo, para ejercer de ingeniero no hacía falta ninguna prueba de competencia profesional. No obstante, para proteger la salud pública y la seguridad, se comenzaron a establecer leyes sobre licencias para ingenieros. El primer lugar fue en Wyoming, en 1907. Actualmente, todos los Estados regulan la práctica de la ingeniería para asegurar la seguridad pública, concediendo sólo a los *Professional Engineers* la autoridad para firmar proyec-

tos. Por otro lado, si la empresa va a ofrecer servicios de ingeniería, debe contar con al menos un ingeniero PE, y en muchos casos, este debe ser parte del Consejo de Administración. Ello es, a veces, una barrera importante para las empresas extranjeras (o de otro Estado) que quieren implantarse.

Es necesario aclarar que el término *Industrial Engineer*, no es una buena traducción de lo que se entiende en España por Ingeniero Industrial. Las especialidades de un ingeniero industrial en España están en EE UU más diferenciadas. Existe *Mechanical Engineer*, *Electrical Engineer*, *Chemical Engineer*, *Industrial Engineer* y varias especialidades más, pero no existe un ingeniero generalista que pueda ocuparse de varios tipos de proyectos como suele ocurrir con los ingenieros industriales españoles. Además, en algunos Estados, las licencias de PE se conceden sólo para esas disciplinas (ej. *PE Mechanical*), cada una con sus competencias. El concepto de *Industrial Engineer* se asemeja a las capacidades que tendría un ingeniero industrial con la especialidad de organización industrial. Además, destaca el papel del *Civil Engineer*, especialidad similar al ingeniero de caminos, con competencias y requisitos para ejercer mucho más estrictos. El *Civil Engineer* es necesario para aprobar cualquier tipo de estructura de cierto tamaño, así como puentes, carreteras, conducciones o vías férreas.

“**En EE UU no existe el concepto de un ingeniero generalista** que pueda ocuparse de varios tipos de proyectos como sí ocurre en España”

Las licencias de PE son emitidas y reguladas por cada Estado, y son sólo válidas para dicho Estado, aunque las convalidaciones entre ellos suelen ser sencillas. Una vez obtenida, permite que al nombre del ingeniero se le añadan las siglas PE. En líneas generales, estar licenciado implica:

- Sólo un ingeniero licenciado puede preparar, firmar, sellar y presentar cualquier plano de ingeniería ante una autoridad pública, y sellar cualquier trabajo de ingeniería para clientes privados o públicos.
- Los ingenieros licenciados tienen la responsabilidad de su trabajo y también de las vidas que se vean afectadas por su trabajo y deben seguir los altos valores éticos que su profesión requiere.
- Muchos Estados requieren que los profesores que enseñen ingeniería estén licenciados.

Como se ha comentado, las instituciones que conceden las licencias son estatales, y, en general, se denominan *Boards of Professional Engineers*, dependientes de los departamentos de protección al consumidor, por ejemplo el *Texas Board of Professional Engineers*, en Texas, o el *California Board of Professional Engineers*, en California. Aunque cada *Board* tiene su regulación, en líneas generales, para obtener la licencia hay que seguir los siguientes pasos:

1. Graduarse en una universidad en un programa de ingeniería. Aunque no es totalmente imprescindible, facilita en gran medida si

dicho plan de estudios está aprobado por ABET (*Accreditation Board for Engineering and Technology*). Esta institución sin ánimo de lucro acredita la calidad del programa educativo y del centro donde se realice. ABET está dispuesta a certificar programas de centros fuera de EE UU y está involucrada en numerosos acuerdos internacionales con diversas instituciones, para asegurar la calidad de la ingeniería. De hecho tiene firmado un *Memorandum of Understanding* con la Agencia de Calidad, Acreditación y Prospectiva de las Universidades de Madrid. Algunos pocos programas de universidades españolas como el Instituto Químico de Sarriá, o la Escuela de Ingenieros Industriales de Madrid (ETSII - UPM) están certificados. El requisito de ABET no es imprescindible en todos los Estados y se solventa, en general, con más años de experiencia laboral o con exámenes adicionales como el TOEFL.

2. Convertirse en un ingeniero en prácticas (*engineer intern* o *Engineer-In-Training*, EIT) tras aprobar el examen denominado *Fundamentals of Engineering* (FE). Es un examen de seis horas con preguntas de selección múltiple (*multiple-choice*), y sin recursos adicionales a un formulario oficial proporcionado.
3. Ganar experiencia profesional. Todos los Estados requieren al menos cuatro años de experiencia profesional en ingeniería, preferi-



blemente bajo la supervisión de un *Professional Engineer*, antes de poder presentarse al examen de la licencia. Esa experiencia se ha de justificar con cartas de referencia o formularios que tienen que rellenar y firmar los supervisores, en muchos casos, en sobre cerrado y sellado.

4. Aprobar el examen de *Principles and Practice of Engineering* (PE) en el Estado donde se desee trabajar. Dicho examen, así como el de *Fundamentals of Engineering* (FE), están gestionados por otra sociedad sin ánimo de lucro, NCEES (*National Council of Examiners for Engineering and Surveying*), que desarrolla, administra y puntúa los exámenes. El formato de examen es similar al FE, de ocho horas con preguntas *multiple-choice*, esta vez a libro abierto.

5. Después, la licencia se ha de mantener según los requisitos del Estado a través de formación continua, cursos o seminarios.

No es necesario ser ciudadano americano o tener un visado de trabajo o de residencia (como la *Green Card*) para poder optar a la licencia de PE. Sin embargo, a efectos de identificación, se suele pedir el número de la seguridad social (*Social Security Number* - SSN)

o el *taxpayer identification number* (ITIN). Para el *Social Security*, sí es necesario disponer de un visado que permita trabajar en el país, a diferencia del ITIN, que lo concede el *Internal Revenue Service* (IRS) a cualquier persona.

A continuación, se va a comentar con más detalle los trámites y exámenes para la obtención de la licencia en California, aunque, como se ha explicado, es similar en el resto del país.

FUNDAMENTALS OF ENGINEERING EXAM (FE) EN CALIFORNIA

El primer obstáculo para conseguir la licencia, es aprobar el examen de *Fundamentals of Engineering* (FE), que capacita para convertirse en *Engineer-In-Training* (EIT).

El registro se hace a través de la página web de NCEES. Es necesario rellenar un formulario donde se pregunta por la educación, aunque no es necesario justificarla con títulos o certificados de notas. Hasta hace poco, el examen era de ocho horas y se realizaba en papel, pudiendo rea-

“ No es necesario ser ciudadano americano o tener un visado de trabajo o de residencia para poder optar a la licencia de Professional Engineer ”

lizarse sólo durante dos días al año, normalmente en abril y en octubre. Desde el 2014, el formato ha cambiado a seis horas (con 25 minutos de descanso), empleándose un ordenador para contestar las preguntas (*computer-based*) y con examinación continua, es decir, se puede realizar cuando se desee. No obstante, es necesario acudir a determinados centros con ordenadores preparados para ello. La tasa de NCEES en 2014 ascendía a 225 libras.

El examen consiste en 110 preguntas de respuesta múltiple, con cuatro opciones de las cuales sólo hay una correcta. No se restan puntos por las respuestas mal contestadas, pero es necesario contestar correctamente más del 75 %, aproximadamente. El examen se

ofrece en siete especialidades (FE *Chemical*, FE *Civil*, FE *Electrical and Computer*, FE *Environmental*, FE *Industrial*, FE *Mechanical* y FE *Other Disciplines*) sobre las que versan las preguntas, con una parte común a todas. Se puede elegir cualquiera de ellas, aunque no sea la especialidad que se haya estudiado en la carrera o la disciplina a la que se desee posteriormente optar en el PE. La más generalista es la de FE *Other Disciplines*, que es la que se recomienda si ha pasado mucho tiempo desde el fin de los estudios o si el programa universitario era muy generalista.

La dificultad del examen se asemeja al nivel que se adquiere en segundo de carrera en una universidad española. Sólo se permite el





uso de un formulario que se proporciona en el examen y que puede ser consultado en NCEES; y una calculadora, entre los modelos permitidos (científica, no programable). El examen es muy práctico y orientado a la aplicación de fórmulas que no es necesario demostrar. No se pregunta por conceptos abstractos ni demostraciones de teoremas, siendo, en general, de un nivel bastante asequible. La tasa de aprobados ronda el 70 %. El mayor reto es la gestión del tiempo por el gran número de preguntas. Aunque se puede utilizar el sistema de unidades inglés o *US customary* (pulgadas, Fahrenheit, libras...) la mayor parte de las preguntas son en Sistema Internacional.

La referencia básica y suficiente para prepararlo es el libro "*FE Review Manual (FERM)*" escrito por Michael R. Lindeburg, PE, de la editorial PPI. Contiene todos los capítulos de teoría así como una enorme

colección de problemas resueltos, de dificultad superior a los del examen real. Además, existen manuales de la misma editorial particularizados para las distintas disciplinas; y es recomendable las colecciones de exámenes de práctica que comercializa la propia NCEES, con dificultad similar a la del examen real. Se estima que se requieren unos tres meses de estudio o unas 150 horas.

Una vez que completado el registro y pagadas las tasas en NCEES, se recibe la autorización del examen y las instrucciones para realizarlo. El día del examen es necesario presentar un documento de identificación (pasaporte, *driver license*) que coincida exactamente con los datos del registro (hay que tener precaución con los nombre compuestos, uso de eñes, etc). Los resultados del examen en papel se conocían en un plazo de dos meses, aunque con la nueva modalidad electrónica, se ha

reducido a 10 días. El resultado se muestra en el portal de NCEES donde se hizo el registro, con la claves del solicitante, informando sólo de si se ha aprobado, no especificando la nota o los fallos, salvo en los suspensos.

Una vez aprobado el examen, se puede solicitar al *Board* un certificado oficial que reconoce a la persona como *Engineer-In-Training* (EIT), previo pago de una tasa de 50 dolares y del envío de una solicitud.

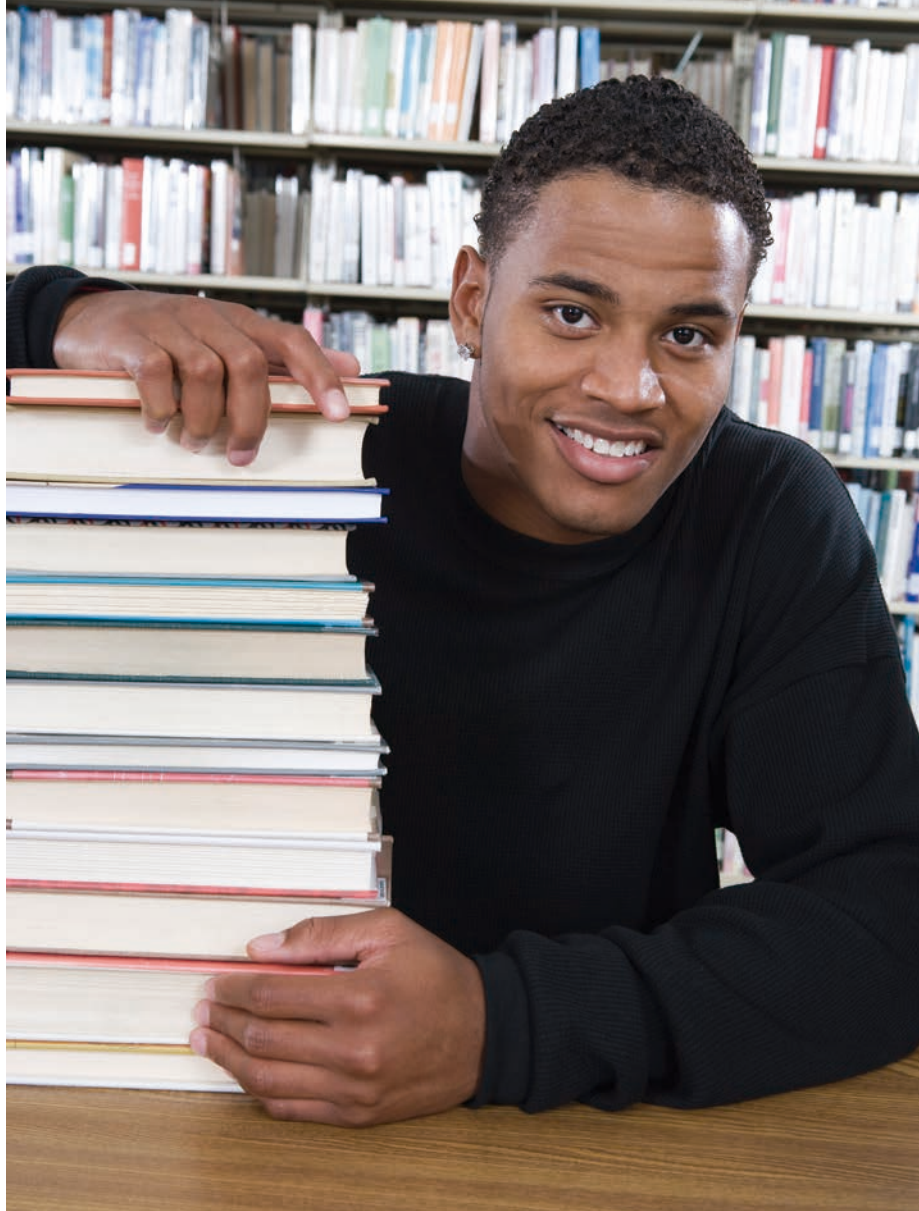
PROFESSIONAL ENGINEER EXAM (PE) EN CALIFORNIA

El registro para el examen de PE es algo más tedioso. Aparte de haber aprobado el FE, hay que justificar ciertos años de experiencia válida. En California se exige un mínimo de seis años, aunque los años de estudios, si se han realizado en un programa certificado por ABET, se convalidan hasta dos años. El

resto hay que justificarlo a través de cartas de referencia (*Engagement Record and Reference Forms*) que han de rellenar y firmar las personas que han supervisado o trabajado con el solicitante. Son necesarias un mínimo de cuatro cartas distintas, y se consideran válidas sólo si son relevantes y van firmadas en sobre cerrado y sellado. No es necesario que todos los firmantes sean a su vez PE registrados, si el país o las circunstancias donde se han realizado los proyectos no exigían ese requisito, por lo que, en principio, son válidas las referencias extranjeras. No obstante, sí que es necesario que se hayan realizado trabajos en EE UU y bajo la supervisión de un PE. Existen Estados y especialidades como la *Civil*, donde sí se exige que todas las referencias sean PE y de la misma disciplina. Las cartas de referencia siguen un formulario donde hay que explicar el tipo de proyecto y las actividades realizadas por el solicitante.

Aunque NCEES es quien gestiona y administra el examen, la aplicación para ser admitido hay que hacerla directamente al *Board* correspondiente. Hay dos fechas para hacer el examen, en abril y octubre, y la documentación necesaria hay que presentarla, por tanto, algunos meses antes para su revisión. Dicha documentación consta de:

- Un formulario a completar.
- El pago de las tasas para el *Board* (125 dolares) mediante cheque.
- Las cuatro o más cartas de referencia (*Engagement Record and Reference Forms*).
- Un certificado de notas de la carrera en inglés, sellado y en sobre cerrado. No es necesario que la traducción sea jurada.
- Hoja de respuestas a un pequeño examen preliminar que se puede hacer en casa y con libro abierto (*take-home examination*). Este pequeño examen consta de 25 preguntas de respuesta múltiple y versa sobre la legislación que aplica a la profesión de Ingeniería



en California y que es el *Professional Engineers Act (Business and Professions Code sections 6700-6799)* y el *Board Rules (Title 16, California Code of Regulations sections 400-476)*. Si este pequeño examen no se aprueba, se ha de repetir para poder acceder al PE.

- Si el solicitante ha sido condenado por algún delito, la documentación oficial de la sentencia.
- Dos cartas prefranqueadas y con la dirección postal del solicitante, que serán usadas por el *Board* para notificar, primero, la recepción de la documentación y, segundo, la aceptación o rechazo para la admisión al examen de PE. Aproximadamente lleva un mes que el *Board* revise toda la documentación. Una vez que se permite al solicitante hacer el examen, tiene que registrarse en NCEES para seleccionar el sitio y pagar las tasas

por el examen (350 dolares). NCEES comprueba con el *Board* que, efectivamente, cumple con todos los requisitos para poder ser admitido.

El examen de PE, que es en papel, dura ocho horas separadas en dos sesiones de cuatro horas, con una hora de descanso. En cada una, hay 40 preguntas con cuatro respuestas, siendo sólo una válida y sin penalización por errores. Se contestan a mano rellenando huecos en una hoja de lectura automática. Los exámenes son específicos y distintos por especialidad. Además, en el caso *Mechanical, Electrical* y *Civil*, hay que elegir una subespecialidad para la segunda sesión. En el caso *Mechanical* existen tres opciones: *HVAC and Refrigeration, Mechanical Systems and Materials* y *Thermal and Fluids Systems*. Esta última se considera la más asequible, puesto que la mayor necesidad de cálculo numérico del tipo de problemas

(termodinámica, mecánica de fluidos...), resulta en problemas más sencillos para poder ser abordados en un tiempo razonable. Es un examen a libro abierto donde se puede utilizar cualquier material, aunque se imponen algunas restricciones como no poder llevar hojas sueltas o escribir en los materiales durante el examen. Las calculadoras permitidas son científicas pero no programables, entre una lista de modelos admitidos, al igual que el FE. Es recomendable el uso de regla para mejor visualización de diagramas complejos como el de Mollier o el psicrométrico.

El material de referencia es nuevamente los libros de Michael R. Lindeburg, de la editorial PPI. En el caso de la especialidad mecánica son "Mechanical Engineering Reference Manual for the PE Exam", que contiene la teoría, y "Practice Problems for the Mechanical Engineering PE Exam", que contiene gran cantidad de problemas resueltos. El libro de teoría se organiza en 76 capítulos de los que 65 entran para el examen. Contiene prácticamente la totalidad de la información, tablas de datos, gráficos y formulas necesarios. Dado el gran tamaño del libro, se recomienda etiquetar aquellas páginas con la formulas más frecuentes, para su rápido acceso. En el examen PE Mechanical, los temas tratados son mecánica de fluidos, termodinámica,


“ **La licencia de ingeniero en EE UU trata de garantizar la protección del consumidor,** en un país con gran heterogeneidad en la educación, sin títulos universitarios oficiales y con ingenieros procedentes de todas las partes del mundo ”

ca, ciclos de potencia, HVAC, estática y dinámica, materiales, sistemas de control, economía (matemáticas financieras) y ética. Las preguntas abarcan todas las disciplinas mencionadas y, en este caso, a diferencia del FE, la mayor parte de los problemas se plantean con unidades anglosajonas o *US customary*.

Aparte, existen otras colecciones de problemas de la misma editorial PPI y problemas ejemplo de NCEES, que se recomiendan dado que el examen es muy práctico. Este examen es algo más exigente y complejo que el FE, aunque los problemas son meras aplicaciones de las fórmulas del libro. El nivel corresponde a tercero o cuarto de carrera en España. Se estima que se requiere unos cuatro meses de estudio o unas 200 horas. Existen también academias de preparación y cursos *online*. La tasa de aprobados ronda el 70 %.

Los resultados tardan alrededor de dos meses y nuevamente apare-

cen en el portal del solicitante de NCEES. Días más tarde se recibe una carta del *Board* con el título oficial de *Professional Engineer* y el número de licencia. A partir de ahí, es necesario adquirir un sello para estampar con el nombre y dicho número, y renovar las tasas cada dos años (115 dólares). La licencia se puede consultar en la propia página del *Board*, donde viene el historial de todas las acciones disciplinarias o quejas que se hayan presentado contra el ingeniero.

En resumen, la licencia de ingeniero en EE UU trata de garantizar la protección del consumidor, en un país con gran heterogeneidad en la educación, sin títulos universitarios oficiales y con ingenieros procedentes de todas las partes del mundo. La certificación PE, representa un sello de calidad profesional y de responsabilidad civil en la práctica de la profesión de la ingeniería. 



REFERENCIAS

- National Society of Professional Engineers. www.nspe.org
- Texas Board of Professional Engineers. www.tbpe.state.tx.us
- California Board of Professional Engineers. www.bpelsg.ca.gov
- Accreditation Board for Engineering and Technology. www.abet.org
- National Council of Examiners for Engineering and Surveying. www.ncees.org
- Editorial PPI. www.ppi2pass.com
- Professional Engineers Act (Business and Professions Code sections 6700-6799)
- Board Rules (Title 16, California Code of Regulations sections 400-476)