

## **II JORNADA TÉCNICA DEL CAPÍTULO ESPAÑOL DE LA IAHR**

### **PERSPECTIVAS DE FUTURO DE LA ENSEÑANZA DE LA HIDRÁULICA EN LAS ESCUELAS DE INGENIERÍA**

#### **RESUMEN DE LA JORNADA**

El pasado 11 de diciembre de 2018 se celebró en la ETSI de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid la II Jornada técnica del Capítulo Español de La IAHR “Perspectivas de futuro de la enseñanza de la hidráulica en las escuelas de ingeniería”. Los contenidos de las presentaciones realizadas y de los debates mantenidos se centraron fundamentalmente en los tres aspectos siguientes:

- Las necesidades formativas en hidráulica en la profesión
- La evolución del perfil profesional de los ingenieros hidráulicos
- La formación en hidráulica en las actuales escuelas de ingeniería

A modo de reflexión general se sugirió también hablar más que de ingeniería hidráulica de ingeniería del agua (la hidráulica es una ciencia, mientras que lo que luego se va a ejercer en la profesión es la ingeniería del agua).

En la presente Nota se resumen los principales temas abordados en la Jornada.

#### **Las necesidades formativas en hidráulica en la profesión**

Los estudios hidráulicos que se demandan en el ámbito profesional de la ingeniería, las herramientas disponibles o las metodologías de trabajo utilizadas están en constante cambio, de manera que las necesidades formativas requeridas en la materia han evolucionado de manera importante en los últimos años.

De una manera simplificada, en el pasado la aplicación de la hidráulica se centraba en el diseño de estructuras hidráulicas, haciendo uso de las ecuaciones de la hidrodinámica, de la mecánica de fluidos, de la hidráulica experimental e introduciendo en todo lo anterior simplificaciones en 1D con cálculos en régimen permanente.

En la actualidad (en un contexto en el que en España la construcción de obra civil ha disminuido drásticamente), las aplicaciones han girado a la gestión de los recursos, al medio ambiente y a la energía, con multitud de facetas como la rehabilitación de cauces, la gestión de riesgos naturales, la sostenibilidad, la conservación de ecosistemas, la recuperación de hábitats, la gestión de sedimentos, etc.

En consecuencia, la enseñanza de la hidráulica debe dar respuesta a problemas cada vez más complejos, con un mayor peso de las cuestiones ambientales, integrando la hidráulica de ríos y estuarios, o las zonas húmedas y los acuíferos con el hábitat. Otros estudios también cada vez más frecuentes y de clara dificultad son los de las desembocaduras de los ríos (en donde se producen problemas complejos de hidráulica

fluvial y costera, que requieren la utilización de modelos matemáticos y físicos) o los proyectos de restauración de ríos y humedales (los cuales están basados en la búsqueda del buen estado ecológico: biológico, físico-químico e hidromorfológico, tratando de compatibilizar la restauración fluvial y la protección frente al riesgo de inundaciones). Los proyectos de obras hidráulicas deben ser cada vez más sostenibles e integrados en el medio ambiente, debiendo incorporar los efectos del cambio climático en su diseño. Finalmente, en los estudios de caudales ecológicos, la modelación de la idoneidad del hábitat es fundamental, requiriendo la simulación hidráulica acoplada al uso de curvas de preferencia del hábitat para las especies piscícolas objetivo.

En cuanto a las herramientas de trabajo, cada vez más se hace hincapié en el uso de modelos numéricos 2D y 3D, en régimen variable, con transporte de contaminantes, de sedimentos, incorporando modelos de turbulencia, etc.

El marco legislativo también condiciona de manera importante las capacidades requeridas para los ingenieros hidráulicos. De esta manera, en los últimos 20 años los trabajos que requieren estudios hidráulicos han sufrido una revolución para adecuarse a los objetivos y a las necesidades de la gestión integral del agua marcada por la Directiva Marco del Agua (2000), por la Directiva de evaluación y gestión de los riesgos de inundación (2007), por los planes de gestión de riesgo de inundación derivados de esta última o por la Instrucción de planificación hidrológica (2008), entre otros documentos.

## **La evolución del perfil profesional de los ingenieros hidráulicos**

El perfil profesional de los ingenieros ha variado mucho a lo largo de la historia. A modo de resumen muy simplificado podría establecerse la siguiente evolución:

Los ingenieros del pasado remoto (años 1930) eran funcionarios, generalistas y autónomos. Desarrollaban muchas obras, las cuales las ejecutaban a partir de pocos documentos y casi sin cálculos y tenían un control integral de la actuación: eran a la vez promotores y ejecutores.

Por el contrario, muchos de los ingenieros del pasado próximo (años 1960) desarrollaron la profesión en el ejercicio libre, eran también generalistas e independientes. Ejecutaron ya menos obras que la generación anterior, apoyadas en bastantes documentos y con algunos cálculos y tenían un control parcial de la actuación.

Los ingenieros del presente (los que están en activo desde los años 1990) son mayoritariamente asalariados, especialistas y dependientes. Participan en pocas obras, generando muchos documentos y bastantes cálculos con un control puntual de la actuación. Esta tendencia es la que parece que se seguirá en el futuro.

Analizando el pasado más reciente, y de una manera también muy simplificada, podría resumirse que la coyuntura económica de los últimos 20 años ha condicionado de manera importante las capacidades de los ingenieros del presente. Los años de bonanza (1990-2010) permitieron un avance importante en los estudios hidráulicos gracias al aumento de potencia de cálculo, a la aparición de la cartografía LiDAR, al

desarrollo de los modelos 2D-3D, etc. y todo ello produjo una especialización importante de los profesionales. Posteriormente, la fuerte recesión vivida (2010 al presente) ha obligado a trabajar en cualquier continente con la internacionalización que ello ha conllevado a la profesión. En el camino, muchos equipos de trabajo se han disuelto y parte del conocimiento se ha perdido.

En consecuencia, son al menos dos las cualidades que caracterizan a los ingenieros en la actualidad: la especialización y la internacionalización.

La evolución de los ingenieros desde el perfil generalista que tenía en tiempos la profesión a uno mucho más especialista al que se tiende en la actualidad fue objeto de bastantes reflexiones en la Jornada. El trabajo es cada vez más cooperativo (favorece la especialización) pero cada vez se echa más en falta el liderazgo (ejercido por los generalistas). Esta especialización redundante en una elevada cualificación para el manejo de herramientas complejas, sistemas GIS, BIM, modelos matemáticos 1D, 2D y 3D, etc. En paralelo han disminuido los conocimientos de programación, la capacidad de resolución, así como el sentido crítico y el orden de magnitud, características éstas típicas de los ingenieros generalistas de antaño.

Otra faceta cada vez más presente en los profesionales de la actualidad es la internacionalización y las exigencias derivadas de ella: no sólo los idiomas, también el conocimiento de la “cultura del agua” de cada región y la adaptación a factores locales diversos (nomenclaturas, herramientas de trabajo, usos, procedimientos, etc.), así como el análisis de si los conocimientos aprendidos son aplicables a las circunstancias de otros países y a generar nuevas metodologías. Los trabajos en el exterior suponen, en muchas ocasiones, disponer de datos e información de base, plazos y presupuestos por debajo del límite razonable.

Otras características que se exigen a los profesionales actuales son la capacidad de comunicación para trasladar a la sociedad las soluciones técnicas que se propongan, la disposición para trabajar en un contexto multidisciplinar con otras ingenierías y ciencias o la optimización, la cual tiene que ser una premisa constante.

Todo lo anterior se dificulta en ocasiones ya que de la universidad llegan técnicos con una gran diversidad en conocimientos y diferencias en magnitud y nivel de los mismos en función de las titulaciones estudiadas o incluso de las Universidades de procedencia.

## **La formación en hidráulica en las actuales escuelas de ingeniería**

Aunque los fundamentos de la hidráulica son invariables, la formación que se imparte en la actualidad en las Universidades ha sufrido también una evolución muy importante en los últimos años, derivada de la incorporación de España al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), más conocido como Plan Bolonia, el cual, entre otras acciones, dividió las carreras tradicionales de ingeniería en grado y master.

En cuanto a la docencia de grado se destaca lo siguiente:

- Las escuelas de ingeniería clásicas (en particular los estudios de ingeniería civil) exigen muy bajas notas de acceso. Esto se ve agravado por la falta de rigor y de exigencias en la formación preuniversitaria de los alumnos.

Este aspecto es uno de los que más reflexión y preocupación concita, debiendo ser autocríticos sobre el hecho de que los alumnos más brillantes no se interesan por nuestras carreras. Si esta tendencia se mantiene en el tiempo la profesión se devaluará de manera importante y la sociedad tendrá que aceptar que los profesionales salgan peor preparados y que deban mejorar su capacitación durante la vida profesional.

- Se han acortado los años de docencia y también las horas lectivas por curso, cuando nuestras asignaturas abarcan muchos campos, por citar algunos: la hidráulica básica, la hidrología, la hidráulica urbana, la gestión de cuencas y de recursos hídricos, la dispersión de contaminantes, la maquinaria hidráulica, la dinámica y restauración fluvial, las obras hidráulicas, la ingeniería sanitaria, la hidráulica fluvial, el nexo agua-energía, etc.

La formación en las escuelas de ingeniería debería combinar la enseñanza de lo "clásico" (conceptos básicos fundamentales, turbulencia, movimiento en conductos: tuberías y canales o en general capacidad de calcular instalaciones típicas), lo "numérico" (formulación de problemas numéricos, desarrollo de esquemas de integración sencillos o experiencia con fenómenos numéricos: convergencia, inestabilidad, difusión) y lo "ambiental" (fenómenos de transporte, erosión y sedimentación y ecohidráulica).

- Es también necesario fomentar la colaboración entre la universidad, la administración y la empresa. La universidad, en ocasiones, está distante de las necesidades reales de la profesión, algo que en ocasiones se ve acentuado por algunos problemas endémicos de la universidad como el hecho de que los baremos de promoción del profesorado obligan a los profesores a tener que publicar mucho y puedan relajar en consecuencia su dedicación a la docencia y alejarlos de la realidad profesional.

En cuanto a los master, hay una gran oferta de ellos, incluyendo los habilitantes y los que no lo son. Presentan una enorme dispersión en cuanto a su calidad y niveles de exigencia, pudiendo diseñar planes de estudio más coherentes y atractivos, siendo por tanto más difícil generalizar sobre sus cualidades que en el caso del grado. En cualquier caso, la formación de los master es en general claramente mejor que la del grado, percibiéndose que el tiempo dedicado es más provechoso (también el nivel de los alumnos es mayor, lo que facilita el aprendizaje).

Es también de destacar la formación específica no reglada, como los títulos propios universitarios o bien los cursos específicos concretos. La ventaja de esta formación es que al tener el diploma expedido un valor académico muy inferior, el alumno lo cursa sólo por propio interés. Y el éxito o el fracaso (ajeno a los marcos de la formación reglada) lo dicta el propio mercado. Por ello, esta formación no reglada se ve como una herramienta de mucho interés en el futuro.

Por último, debe decirse que actualmente se ha desdibujado en gran medida el perfil del recién titulado en una escuela de ingeniería. A diferencia de lo que ocurría en el inmediato pasado, dicho perfil depende cada vez más del centro donde se ha cursado la carrera. La escuela tiene un notable grado de libertad para definir el plan de estudios y, lo que es más importante, como impartirlo: nivel de exigencia, perfil del profesorado, tipo de docencia, etc. Todo ello induce a la competencia para captar alumnos por parte del elevado número de centros que imparten una misma titulación, en especial los mejores expedientes preuniversitarios. Esta sana competencia requiere que el futuro alumno disponga de información rigurosa para decidir en qué centro cursará sus estudios. Para ello es necesario que de forma frecuente (anualmente) los centros sean evaluados por una entidad de reconocido prestigio en cuando a su capacidad e independencia de criterio.





## II JORNADA TÉCNICA DEL CAPÍTULO ESPAÑOL DE LA IAHR

# PERSPECTIVAS DE FUTURO DE LA ENSEÑANZA DE LA HIDRÁULICA EN LAS ESCUELAS DE INGENIERÍA

Martes, 11 de diciembre de 2018. 10:30 - 14:15 h

ETSI de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (Sala Verde)  
Universidad Politécnica de Madrid

### PRESENTACIÓN

La principal actividad del Capítulo Español de la IAHR es la celebración (junto con la Fundación para el Fomento de la Ingeniería del Agua) de las Jornadas de Ingeniería del Agua (JIA) que se organizan desde 2009 por distintas instituciones en otoño de los años impares. El año 2016 el Capítulo Español de la IAHR tuvo la iniciativa de promover la celebración de un encuentro técnico en materia de ingeniería del agua en los años pares en los que no se organicen las Jornadas de Ingeniería del Agua (JIA) que sirviera de espacio de encuentro para los miembros del Capítulo Español y, de paso, de presentación de las JIA del año siguiente. En ese año 2016 el tema elegido para dicho encuentro fue la actualidad de los últimos congresos de hidráulica continental de la IAHR, en el cual se pasó revista a los avances técnicos presentados en los eventos más representativos de las Divisiones Técnicas y Regionales de la IAHR durante el año 2015.

Para este año 2018, como tema de esta Jornada, se ha decidido hacer una puesta en común sobre las perspectivas de futuro que se vislumbran para la enseñanza de la hidráulica en las escuelas de ingeniería. Los motivos son varios.

En primer lugar, la Universidad ha sufrido muchos cambios en los últimos años, derivados de la incorporación de España al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), más conocido como Plan Bolonia, que para el sistema universitario debería haber supuesto una mejora del rendimiento del alumnado, una mayor adaptación de la oferta educativa a la demanda del mercado laboral y del alumnado y un cambio en la metodología docente.

Por otro lado, la gestión del agua en España en las últimas década ha variado mucho respecto a cómo era tradicionalmente, teniendo cada vez más importancia cuestiones como los aspectos ambientales, la calidad de las aguas, el cambio climático, las cuestiones hidromorfológicas, etc.

El sector privado, obviamente no es ajeno a todo lo anterior, teniendo que hacer un esfuerzo permanente por adaptarse a estas necesidades cambiantes de acuerdo con la formación de los nuevos ingenieros.

Por todo ello, se considera de clara oportunidad la celebración de esta Jornada entendida como un espacio de encuentro para reflexionar desde todos los agentes implicados sobre el presente y el futuro de la enseñanza de la hidráulica en las escuelas de ingeniería.

## PROGRAMA

### Inauguración (10:30 - 10:45)

- **Francisco Martín Carrasco**  
Director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.  
Universidad Politécnica de Madrid
- **José Dolz Ripollés**  
Presidente del Capítulo Español de la IAHR

### Sesión 1. La visión de las necesidades futuras de la enseñanza de hidráulica desde diferentes puntos de vista (10:45 – 12:00)

**Moderador: David López Gómez** (Consejero Técnico. Laboratorio de Hidráulica, Centro de Estudios Hidrográficos CEDEX)

- **Luis Garrote de Marcos**  
Catedrático de Universidad. Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente
- **Teodoro Estrela Monreal**  
Jefe de la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Júcar y Profesor Asociado de la Universidad Politécnica de Valencia
- **Juan Ojeda Couchoud**  
Director del Departamento de Ingeniería del Agua del Grupo TYPESA
- **Ángela Martínez Codina**  
Ente Público Canal de Isabel II; Consejera del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; Ex Presidenta del Young Professional Network de la IAHR

### Café (12:00-12:30)

### Sesión 2. Mesa redonda (12:30-13:30)

**Moderador: Enrique Cabrera Marcet** (Catedrático Emérito de Universidad. ITA. Universitat Politècnica de València)

- **Fernando Magdaleno Más**  
Coordinador de Área. Dirección General del Agua, Ministerio para la Transición Ecológica y Profesor Asociado de la Universidad Politécnica de Madrid
- **Ernest Bladé i Castellet**  
Profesor Agregado. Universitat Politècnica de Catalunya
- **Amparo López Jiménez**  
Catedrática de Universidad y Directora del Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. Universitat Politècnica de València
- **Elena Martínez Bravo**  
Jefe Adjunto del Departamento de Hidrología e Hidráulica de INCLAM; Responsable del Módulo de Recursos Hídricos en el Master de Gestión de Aguas de la EOI

**Sesión 3. Las Jornadas de Ingeniería del Agua (JIA) (13:30-14:00)**

**Moderador: José Roldán Cañas** (Catedrático de Universidad. Universidad de Córdoba, Departamento de Agronomía)

- **V Jornadas de Ingeniería del Agua. A Coruña, 2017 (13:30 - 13:45)**  
**Jerónimo Puertas Agudo** (Catedrático de Universidad, Universidade da Coruña; Presidente del Comité Organizador de las JIA 2017)
- **VI Jornadas de Ingeniería del Agua. Toledo, 2019 (13:45 – 14:00)**  
**Javier González Pérez** (Profesor Titular de Universidad, Universidad de Castilla La Mancha; Presidente del Comité Organizador de las JIA 2019)

**Clausura (14:00-14:15)**

- **Luis Balairón Pérez**  
Vice Presidente del Capítulo Español de la IAHR

**Organización e Inscripciones**

Inscripción gratuita (hasta cubrir aforo):

Maria Galanty ([office@iahr.org](mailto:office@iahr.org)); Teléfono: 91.335.79.08

- Nombre y apellidos:
- Organismo/empresa:
- Cargo:
- Correo electrónico:



## RELACIÓN DE INSCRITOS

	Apellidos	Nombre	Organismo/Empresa
1	Almagro Costa	Juan	VANGARIS
2	Balairón Pérez	Luis	Centro de Estudios Hidrográficos CEDEX
3	Barba	Jorge	InprOmed
4	Batanero Akerman	Paloma	Innovyze/InfoWorks
5	Bautista Solano	Carlos	CH Guadiana
6	Bladé i Castellet	Ernest	Universitat Politècnica de Catalunya
7	Cabrera Marcet	Enrique	Universitat Politècnica de València
8	Carrero Diez	Leticia	Universidad Politécnica de Madrid
9	De Salas Regalado	Leticia	Universidad Politécnica de Madrid
10	Del Jesus Peñil	Manuel	Instituto de Hidráulica Ambiental (Universidad Cantabria)
11	Díaz García	Sarai	Universidad de Castilla La Mancha
12	Díez Herrero	Andrés	Instituto Geológico y Minero de España
13	Dolz Ripollés	José	Universitat Politècnica de Catalunya
14	Espejo Almodóvar	Fernando	Universidad de Salamanca
15	Estrela Monreal	Teodoro	Confederación Hidrográfica del Júcar
16	Estrella Alonso	Tejedor	FYSEG
17	Fernández Yuste	Jose Anastasio	Universidad Politécnica de Madrid
18	Florez Casillas	Victor	FCC
19	García Cerezo	Pablo	Ministerio para la Transición Ecológica
20	Garcia Palacios	Jaime	Universidad Politécnica de Madrid
21	Garrote de Marcos	Luis	Universidad Politécnica de Madrid
22	González Pérez	Javier	Universidad de Castilla La Mancha
23	Lara Garachana	Francisco Jose	Simulaciones y Proyectos
24	Lastra	Antonio	Canal de Isabel II
25	López Gómez	David	Centro de Estudios Hidrográficos CEDEX
26	López Jiménez	Amparo	Universitat Politècnica de València
27	Magdaleno Más	Fernando	Ministerio para la Transición Ecológica
28	Marchamalo	Miguel	Universidad Politécnica de Madrid
29	Martín Carrasco	Francisco	Universidad Politécnica de Madrid
30	Martínez Bravo	Elena	INCLAM
31	Martínez Codina	Ángela	Ente Público Canal de Isabel II
32	Martínez Santa-María	Carolina	Universidad Politécnica de Madrid
33	Mediero Orduña	Luis	Universidad Politécnica de Madrid
34	Mier Gutiérrez	Susana	Grafinta
35	Mier Gutiérrez	Paloma	Grafinta
36	Mora Alonso-Muñoyerro	Justo	Centro de Estudios Hidrográficos CEDEX
37	Morán	Rafael	Universidad Politécnica de Madrid
38	Ojeda Couchoud	Juan	Grupo TYPESA
39	Polo Gómez	María José	Universidad de Córdoba

	Apellidos	Nombre	Organismo/Empresa
40	Prendes Rubiera	Nicanor	Oficina Española de Cambio Climático
41	Puertas Agudo	Jerónimo	Universidade da Coruña
42	Rebollo Cillán	Juan José	Centro de Estudios Hidrográficos CEDEX
43	Robredo Sánchez	José Carlos	Universidad Politécnica de Madrid
44	Rodríguez Mateos	Eduardo	Alventia Tecnología y Consultoría
45	Rojo Fernández	Pilar	Ineco
46	Roldán Cañas	José	Universidad de Córdoba
47	Ruiz Mateo	Antonio	Jubilado (ex CEDEX)
48	Salazar González	Fernando	CIMNE
49	Santillán Sánchez	David	Universidad Politécnica de Madrid
50	Santos García	Florentino	Universidad Politécnica de Madrid
51	Sordo Ward	Alvaro	Universidad Politécnica de Madrid
52	Vicente González	David	CIMNE
53	Vicente Laguna Peñolas	Francisco	Universidad Politécnica de Madrid