

## ANEXO III. MEMORIA FINAL DE PROYECTO

---

ENJOYYOURLAB: UNA APLICACIÓN MÓVIL (APP) DE APOYO A LA DOCENCIA EN LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA HIDRÁULICA (FASE II)

Jorge García Morillo, Rafael González Perea, Juan Antonio Rodríguez Díaz, Aida Mérida, Pilar Montesinos, Carmen Alcaide, Emilio Camacho  
**jgmorillo@uco.es; g72goper@uco.es; ma2rodij@uco.es; g82megaa@uco.es; pmontesisnos@uco.es, g12alzac@uco.es, ecamacho@uco.es**  
Universidad de Córdoba

Received: dd/mm/yyyy

Accepted: dd/mm/yyyy

### Abstract

EnjoyYourLAB is a mobile application that supports the practical lessons in the hydraulics laboratory. In the second phase, the App has been updated with a virtual rendering of the Lab at the Advanced Polytechnic School of Belmez and with the edited videos of the practical sessions. Also students have access to the moodle platform, guidelines for the practical exercises, audios, and technical information.

**Keywords:** mobile app, hydraulics, laboratories, virtual teaching, ICTs, Android

### Resumen

EnjoyYourLAB es una aplicación móvil (APP) de apoyo a la docencia de las prácticas de laboratorio de Ingeniería Hidráulica. En esta segunda fase se ha depurado la aplicación y se ha completado con la incorporación de la recreación virtual del laboratorio de la Escuela Politécnica Superior de Belmez y con la edición de los videos de las prácticas de laboratorio. A través de la App los alumnos tendrán acceso a la plataforma moodle, a las memorias de prácticas, material audiovisual e información técnica de los distintos dispositivos empleados.

**Palabras clave:** Aplicación móvil, hidráulica, laboratorios, virtualización, TICs, Android

## 1. INTRODUCCIÓN

Durante el curso académico 2016-2017 este grupo docente se embarcó en un ambicioso proyecto de innovación docente (PID) que tenía como objetivo el desarrollo de una aplicación móvil (EnjoyYourLAB) de apoyo a la docencia de las clases de prácticas que se imparten en los laboratorios de ingeniería hidráulica del Campus de Rabanales y de la Escuela Politécnica Superior de Belmez (EPSB).

Las prácticas de laboratorio, de carácter obligatorio, son superadas mediante la realización y superación de un informe de prácticas. La necesidad de aplicar los conceptos teóricos-prácticos impartidos en el aula a casos reales en el laboratorio y su posterior redacción a través del informe de prácticas genera serias dudas a los alumnos, demandando en ocasiones un elevado número de horas de tutoría o incluso la repetición de las prácticas con otros grupos. Además, esta situación se acentúa en aquellos alumnos que por alguna razón justificada no han podido asistir a dichas prácticas. Por dicho motivo, se ha querido dotar al alumno de una herramienta interactiva que de una forma directa y fácil, tenga acceso a información útil de los distintos dispositivos hidráulicos empleados en las prácticas, de las memorias e informes a realizar, así como de material audiovisual (presentaciones, imágenes, vídeos) editado por el equipo docente, o desarrollado por otras Escuelas y disponibles en la red. Debido a la robustez y versatilidad con la que se ha diseñado, EnjoyYourLab se podría implementar, con ajustes mínimos, en cualquier laboratorio de enseñanzas técnicas. Con este PID se van a beneficiar numerosas asignaturas del área de conocimiento de Ingeniería Hidráulica de los Grados de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural e Ingeniería Forestal de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes (ETSIAM), y de los grados de Ingeniería Civil e Ingeniería en Recursos Energéticos y Mineros pertenecientes a la EPSB.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo general que se planteó cuando iniciamos este PID hace dos cursos fue el de motivar e incentivar al alumno al estudio de la Ingeniería Hidráulica como disciplina fundamental de los Grados mencionados, mediante la creación de una herramienta interactiva (App) que mejorara sustancialmente la metodología de transferencia del conocimiento teórico al práctico. En una primera fase se desarrolló inicialmente la App y se hizo una recreación virtual del laboratorio de hidráulica del Campus de Rabanales.

En esta segunda fase, el objetivo principal ha sido depurar la App EnjoyYourLAB y darle contenido para que esté operativa y se pueda utilizar durante el curso 2018-2019. Para ello nos planteamos llevar a cabo las siguientes tareas antes de lanzar la aplicación y que esté disponible para los alumnos en Play Store:

- Darle contenido al laboratorio virtual de Rabanales. Subir las memorias e informes de prácticas, cargar información técnica y útil de los distintos dispositivos del laboratorio que los alumnos se podrán descargar.
- Recrear virtualmente el laboratorio de hidráulica de Belmez e incorporarlo a la APP. Dotarlo con las memorias e informes de prácticas así como información útil de los dispositivos hidráulicos empleados en las prácticas.
- Editar las prácticas de laboratorio en vídeo con calidad profesional con la ayuda del servicio de Ucodigital. Esto permitiría a los alumnos poder ver las prácticas tantas veces como deseen para afianzar los conceptos teóricos, el procedimiento, la toma de datos y los cálculos a desarrollar.

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1 LABORATORIO VIRTUAL DE RABANALES

Durante el curso 2016-2017 se ha diseñado y desarrollado EnjoyYourLab, una App dinámica, versátil y robusta para dispositivos móviles con sistema operativo Android. Esta App se podrá instalar de forma fácil y gratuita por los alumnos de la asignatura desde el repositorio oficial de Android (Play Store). La App para dispositivos Android ha sido desarrollada con el software de desarrollo Android Studio, versión 3.2.2. y se ha hecho la recreación virtual del laboratorio de Hidráulica del Campus de Rabanales mediante el software de diseño SketchUp, versión 2017, dotándola de un contenido mínimo para poder ser testada.

EnjoyYourLab está estructurada en 3 secciones: Laboratorio, Asignaturas y Moodle. La primera sección denominada Laboratorio contiene una recreación virtual y dinámica del laboratorio de hidráulica del Campus de Rabanales (Fig. 1, Fig 2, Fig 3).



Figura 1. Estructura de la

Laboratorios, Asignaturas y Moodle

App con acceso a



Figura 2. Imagen virtual del laboratorio de hidráulica del campus de Rabanales



Figura 3. Imagen virtual del laboratorio de hidráulica del campus de Rabanales

En esta segunda fase se ha incorporado información de los equipos utilizados, la memoria de prácticas y los vídeos docentes de cada una de las prácticas. Así, seleccionando cada uno de los equipos se abrirá una descripción teórica de los mismos, así como un video explicativo del desarrollo de la práctica y la memoria de la misma con el fin de que el alumno pueda recrear fuera del horario de prácticas el trabajo de ese equipo, visto en el laboratorio.



Figura 4. Imagen con información sobre resalto hidráulico subida a la App

## 2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

**2.2.1 Definición de vertedero.** Un vertedero es un dique o pared que presenta una escotadura de forma regular, a través de la cual fluye una corriente líquida. Véase la Figura 2.1. El vertedero intercepta la corriente, causando una elevación del nivel aguas arriba, y se emplea para controlar niveles (vertederos de rebose) y/o para medir caudales (vertederos de medida).

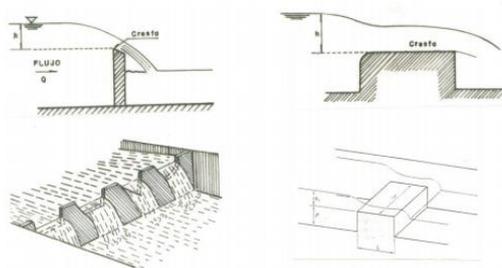


FIGURA 2.1. Flujo a través de vertederos.

## Posibilidades Didácticas

Este equipo hace posible una amplia gama de mediciones, demostraciones y ejercicios de formación:

- Confirmar la relación entre pérdida de carga debido a la fricción de fluido y velocidad para un flujo de agua
- Determinar la pérdida de carga asociada al flujo a través de diversos acoplamientos y accesorios de tubo estándar
- Determinar la relación entre coeficientes de fricción de tubos y el número de Reynolds para el flujo a través de un tubo rugoso
- Demostrar la aplicación de dispositivos de carga diferencial en la medición de caudal y velocidad
- Proporcionar formación práctica en técnicas de medición de la presión
- Mejorar la comprensión de los principios hidráulicos que intervienen a través del uso del software de computadora complementario

## Descripción

La fricción en los tubos es uno de los experimentos clásicos de laboratorio y siempre ha tenido un lugar en la enseñanza práctica de la mecánica de fluidos.

Con esta unidad, es posible investigar pérdidas de carga de fricción en tubos rectos de tamaños muy diferentes, con números de Reynolds desde 103 hasta casi 105, cubriendo de esta manera los regímenes de flujo laminar, transicional y turbulento en tubos lisos. Además, se suministra un tubo con rugosidad artificial que, en los números de Reynolds más altos, muestra una clara divergencia respecto a las características típicas de un tubo liso.

Además del equipo para el estudio de pérdidas en tubos rectos, se incluye una gran variedad de accesorios, entre ellos accesorios de tubos y válvulas de control, un tubo Venturi, un conjunto de placa perforada y un tubo de Pitot.



Figura 5. Información técnica subida a la App sobre el banco de ensayos

La segunda sección de la App denominada Asignaturas contiene información sobre las asignaturas del Área de Ingeniería Hidráulica que tienen sesiones de prácticas en el laboratorio, así como, docentes, cursos en las que se imparten y cuatrimestre (Fig. 6). Seleccionando cada una de estas asignaturas, el alumno puede acceder a los documentos relacionados con cada una de las practicas desarrolladas (informe de prácticas, material adicional, etc.). Tanto la información del laboratorio virtual como la de las asignaturas está almacenada en un repositorio de la Universidad de Córdoba y es accesible y modificable por el personal docente sin tener que modificar la App. Así, EnjoyYourLab está dotada de un gran dinamismo y versatilidad.

Finalmente, la última sección de la App, Moodle, cuenta con un enlace directo a la plataforma Moodle, de tal manera que el alumno pueda acceder de una forma dinámica a dicha plataforma. Así, a través de la App y el laboratorio virtual, el alumno puede incorporarse a las distintas prácticas que se desarrollan a lo largo del curso, acceder a información adicional en distintos formatos e incluso establecer debates, dudas, etc., tanto con el profesorado como el resto de los compañeros a través del foro de la plataforma Moodle.

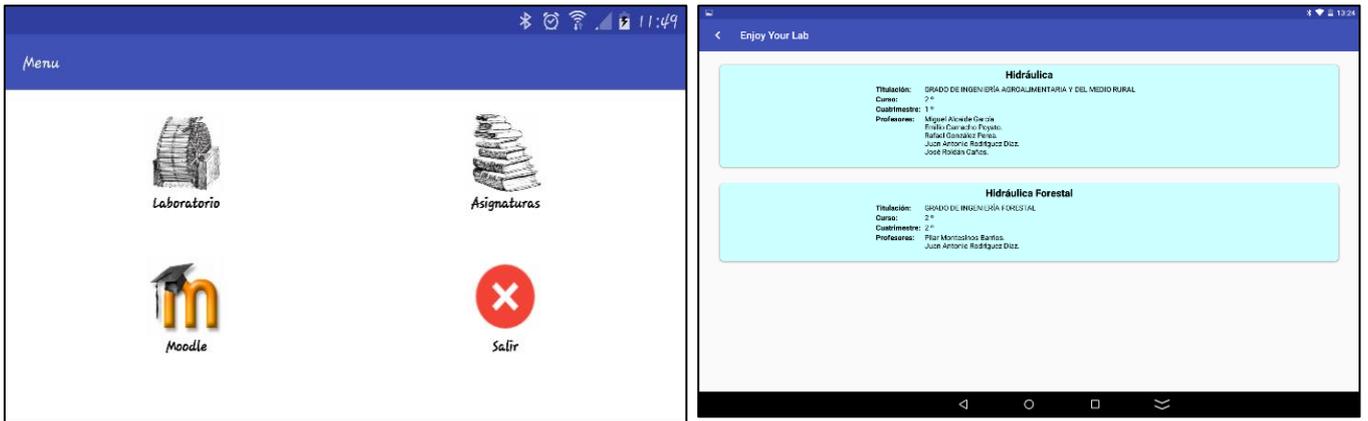


Figura 6. Estructura de la App con acceso a Laboratorios, Asignaturas y Moodle

En la primera fase del PID se adquirieron dos tabletas, una para cada Laboratorio de Hidráulica, ya que no se pueden compartir debido a que un laboratorio se encuentra en el Campus de Rabanales y el otro en la EPSB. Con las tabletas se pretende que haya en todo momento un dispositivo con acceso a la App en cada laboratorio, que servirá al docente para explicar la herramienta diseñada, así como para que los alumnos puedan interactuar con la misma. Durante el curso próximo, al inicio de las prácticas de laboratorio se dedicará parte de una clase a hacer una introducción a la App, ayudando a los alumnos a descargarla en sus dispositivos móviles, y explicándoles detenidamente el funcionamiento y la estructura de ésta.

### 3.2 LABORATORIO VIRTUAL DE LA EPSB

En esta segunda fase se ha completado la aplicación móvil con la recreación virtual del laboratorio de la EPSB (Fig. 7, Fig 8).



Figura 7. Imagen del laboratorio virtual de hidráulica de la EPSB

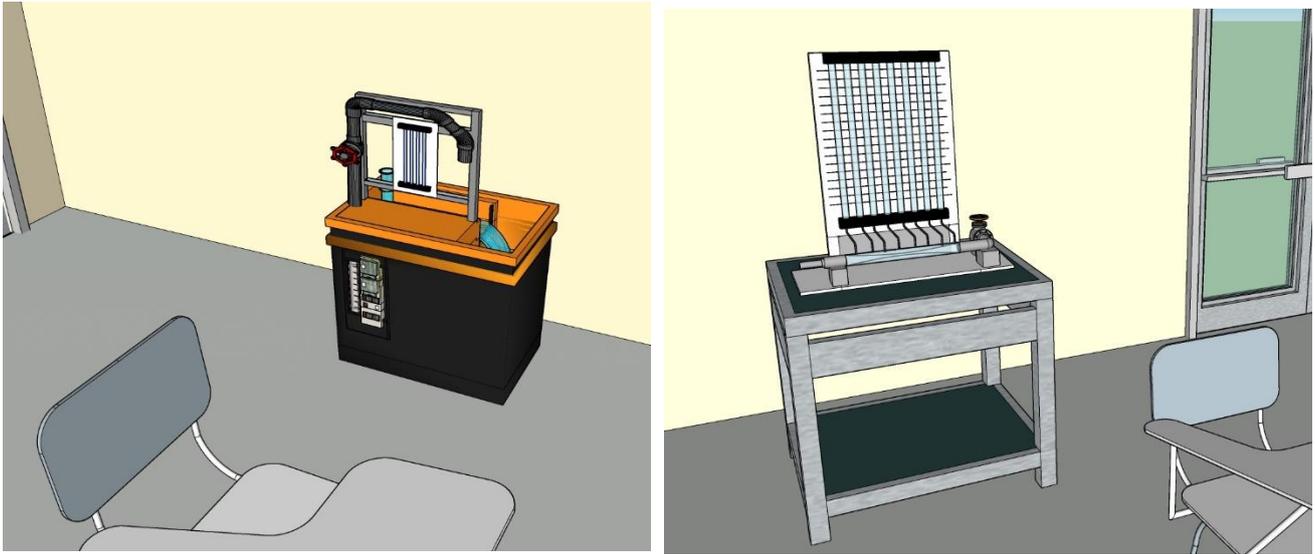


Figura 8. Imagen de detalle de dispositivos hidráulicos del laboratorio de la EPSB

En el laboratorio virtual, se ha incorporado información útil sobre los distintos dispositivos hidráulicos a utilizar en las prácticas (Fig. 9), así como la memoria de prácticas que tienen que realizar y la hoja para la toma de datos en laboratorio.

**Demostración del Teorema de Bernoulli y estudio de la variación del trinomio energético en conducciones forzadas con diámetro variable**

**DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO**

Tubo de Pitot que mide la altura de presión en un punto en el que se ha hecho cero la velocidad.

De esta manera, aplicando el Teorema de Bernoulli en una sección, p.e. B, se obtiene lo siguiente:

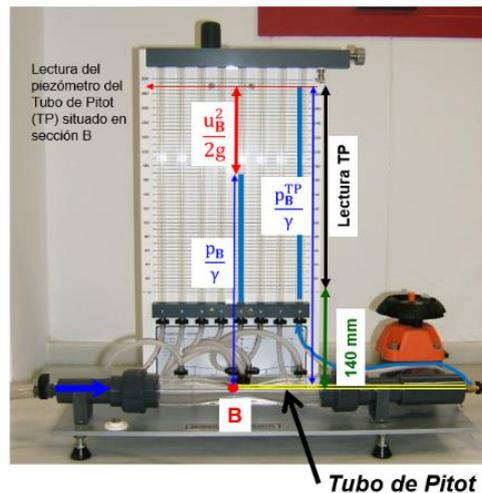
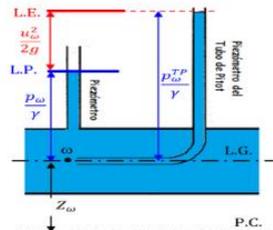


Figura 9. Información sobre dispositivo hidráulico empleado para demostrar el teorema de Bernoulli

**3.3 EDICIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN VÍDEO**

Se han editado en vídeo con calidad profesional cinco prácticas de laboratorio que se realizan en los cuatro grados mencionados al inicio de esta memoria. Aunque la grabación se ha realizado, los vídeos están en fase de edición y estarán disponible para el curso próximo.

Se han grabado las siguientes prácticas:

1. Medida de presiones y aforo de caudales
2. Pérdida de carga en tuberías y singularidades
3. Determinación de la curva característica de una bomba y punto de funcionamiento
4. Régimen uniofmre y gradualmente variado en canales abiertos
5. Determinación de la fuerza de empuje en superficies sobre superficies planas sumergidas

Cada una de las prácticas grabadas ha seguido el siguiente guión:

Se empieza con una breve introducción de la práctica (Fig. 10) para a continuación indicar cuáles son los objetivos de la misma.

**Corrientes Libres**

**1. Introducción**



**Pérdidas de carga en tuberías y singularidades**

**1. Introducción**



Figura 10. Introducción a las prácticas de corrientes libres y de pérdida de cargas en tuberías

Posteriormente se explican los equipos y dispositivos de medida que se emplean en la práctica. En la figura 11 se aprecian los equipos e instrumentos de medida y una breve explicación sobre el venturímetro y la vertedero de cresta ancha.

**3. Equipo**

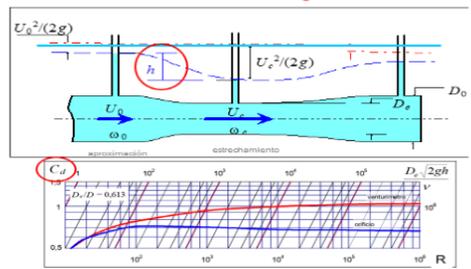


- ✓ Canal de pendiente variable alimentado por una tubería de impulsión.
- ✓ Venturímetro que servirá para medir el gasto Q.
- ✓ Transición interpuesta en el canal, Vertedero de cresta ancha.
- ✓ Linnímetro para medir el calado.

**Corrientes Libres**

**7. Cálculos: Ecuación de gasto del Venturi**

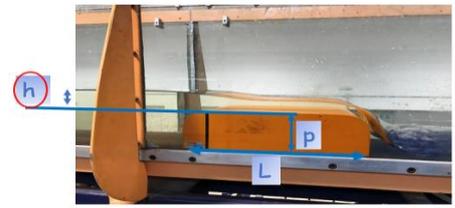
$$Q = C_d \omega_c \sqrt{2gh}$$



**Corrientes Libres**

**7. Cálculos: Ecuación de gasto del vertedero de cresta ancha**

$$Q = \left(\frac{8}{27}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot b \cdot \sqrt{g} \cdot h^{\frac{3}{2}}$$



L = longitud del vertedero      b=anchura del canal  
p = altura del vertedero

Figura 11. Descripción de los dispositivos a emplear en la práctica de corrientes libres.

Una vez explicados los equipos y dispositivos se hace un recorrido por el procedimiento que se va a realizar en el laboratorio. La figura 12 muestra el procedimiento que se va a llevar a cabo para el desarrollo de la prácticas sobre medidas de pérdidas de carga en conducciones y del cálculo de las fuerzas de empuje en superficies planas sumergidas.



Cálculo de Empujes

4. Procedimiento: Caso A, superficie parcialmente sumergida

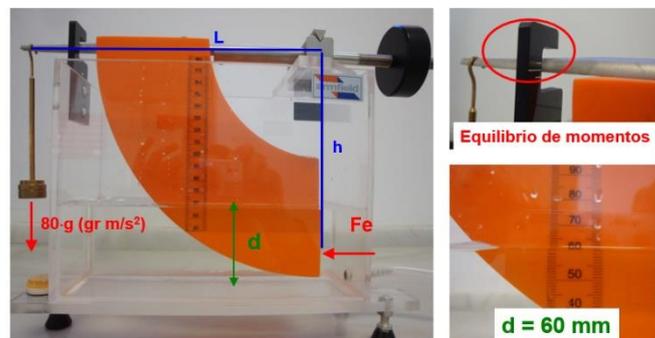


Figura 12. Procedimiento a seguir en laboratorio para el desarrollo de la práctica de corrientes en carga y de empujes.

Finalmente se presenta el informe que tienen que desarrollar, junto a los datos que tienen que medir en el laboratorio (Fig. 13) y los cálculos y ecuaciones más importantes que tienen que aplicar para realizar dicho informe.

Pérdidas de carga en tuberías y singularidades

4. Toma de datos en laboratorio

Medidas de altura de presión y caudal:

Elemento	Características	Medidas	P1(m)	P2(m)	Q (l/s)
Tubería 2	L=1m D interior=7.7mm	1			
		2			
		3			
Tubería 4	L=1m D interior=17.2mm; D exterior=19.1mm	1			
		2			
		3			
Tubería 5	L=1m; k=0.5 mm D interior=17.2mm; D exterior=19.1mm	1			
		2			
		3			
Válvula de esfera	D interior=15.2mm	1			
		2			
		3			
Unión en T	D interior=17.2mm	1			
		2			
		3			



Cálculo de Empujes

5. Toma de datos en laboratorio

Medidas	Valores medidos		Empuje hidrostático Fe (N)	h' (mm)
	Masa añadida m (gr)	Nivel del agua d (mm)		
CASO A. Plano vertical del cuadrante parcialmente sumergido				
A.1				
A.2				
A.3				
A.4				
CASO B. Plano vertical del cuadrante totalmente sumergido				
B.1				
B.2				
B.3				

Figura 13. Hojas de toma de datos en laboratorio para la práctica de corrientes en carga y cálculo de empujes.

4. RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de este PID son de dos tipos. Por una parte el desarrollo y puesta a punto de la aplicación y edición de los vídeos docentes y por otro lado resultados derivados de la utilización de esta herramienta por parte del alumnado.

La App está desarrollada y depurada para su utilización el próximo curso. La App tiene información relativa a los distintos dispositivos hidráulicos, memoria de prácticas y otra información o enlaces de interés para los alumnos. Los vídeos docentes se han grabado y están en fase de edición para su utilización el próximo curso académico. Una vez finalizados los vídeos se subirán a la aplicación móvil para que los alumnos puedan ver el desarrollo de las prácticas las veces que lo deseen. Los vídeos están compuestos de una parte de introducción que se ha grabado en las instalaciones de Ucodigital y otra parte con el desarrollo y toma de datos que se ha grabado en el laboratorio de Ingeniería Hidráulica del Campus de Rabanales.

Los resultados sobre la utilización de la App y sus contenidos como los vídeos docentes todavía no se han podido evaluar. Poner a punto la App, darle contenido y la grabación de las prácticas han supuesto una gran cantidad de trabajo lo que nos ha obligado a posponer su uso para el curso próximo. Durante el curso 2018-2019 se utilizarán la App y los vídeos

como herramientas de apoyo a la docencia de las prácticas de laboratorio de hidráulica. Al final de las prácticas los alumnos evaluarán la utilidad de las mismas así como posibles mejoras.

## 5. CONCLUSIONES

EnjoyYourLAB es una aplicación móvil de utilidad para la docencia práctica en los laboratorios de hidráulica. Esta App permite la incorporación de nuevas herramientas TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje en ingeniería, puede ser de gran utilidad, y está depurada y lista para su uso durante el próximo curso académico.

Esta herramienta nos permite avanzar en la implantación de criterios de enseñanza virtual o semipresencial. En este caso es muy importante, puesto que el laboratorio de la EPSB no dispone de todos los instrumentos o dispositivos que existen en laboratorio del Campus de Rabanales, pudiendo en este caso los alumnos de la EPSB beneficiarse de la instrumentación del laboratorio de Rabanales, de forma virtual y mediante los vídeos docentes que se han grabado con calidad profesional con la ayuda de Ucodigital. De igual modo se podrán beneficiar los alumnos que estén matriculados a tiempo parcial o que por motivos de fuerza mayor no puedan asistir a alguna práctica.

Una vez operativa, lo más importante será comprobar la utilidad y aceptación por parte del alumnado. Esto se llevará a cabo durante las prácticas de laboratorio que se desarrollen en el curso 2018-2019, en el que los alumnos tendrán que descargarla y utilizarla. Al final de las prácticas se analizará la aceptación de la App por parte del alumnado y se les pedirá sus opiniones y sugerencias para la mejora de la misma.

## AGRADECIMIENTOS

Este Proyecto se ha desarrollado gracias a la financiación del Plan de Innovación y Buenas Prácticas Docentes de la Universidad de Córdoba.