

MEMORIA FINAL¹

Compromisos y Resultados

Proyectos de Innovación y Mejora Docente 2023/2024

Identificación del proyecto	
Código	sol-202300257139-tra
Título	Virtualización de la practicas de laboratorio de la asignatura Ingeniería Hidráulica (II)
Responsable	Olegario Castillo López

1. Describa los resultados obtenidos a la luz de los objetivos y compromisos que adquirió en la solicitud de su proyecto. Incluya tantas tablas como objetivos contempló.

Objetivo nº 1	<i>Sustituya este texto por el título del objetivo</i>
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	<i>Elaboración de páginas webs explicativas de las diferentes prácticas de laboratorio de Ingeniería Hidráulica, de los bloques de hidrocinemática e hidrodinámica de la asignatura.</i>
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<i>Durante el desarrollo del proyecto, la persona asignada ha revisado el material existente de la primera parte del proyecto de innovación, ha modificado algunos aspectos de las mismas, derivado la experiencia del curso anterior, y ha completado las otras partes comprometidas en el actual proyecto. Los resultados han sido muy positivos. Al igual que en la primera parte del proyecto, se pondrán a disposición del alumno todo el material elaborado, para que, a la vez que realizan las prácticas presenciales, puedan disponer de todo el material virtual elaborado, de forma que refuerce el conocimiento adquirido, o ayude a su mejor comprensión. Al final del documento se adjunta detalle las tareas realizadas.</i>

Objetivo nº 2	<i>Sustituya este texto por el título del objetivo</i>
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	<i>Evaluación de la utilidad de la documentación y material gráfico elaborado por parte del alumnado, e identificación de posibles mejoras.</i>
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<i>Debido a problemas administrativos en la contratación de la alumna en prácticas, el comienzo de las tareas encomendadas se realizó en el mes de abril y finalizó en Julio. La asignatura a la que va destinado este recurso (Hidráulica) se imparte durante el segundo semestre, por tanto, no ha habido tiempo para pasar la encuesta de opinión a los alumnos en clase.</i>

¹ Esta memoria no debe superar las 6 páginas.

No obstante, en la primera parte del proyecto realizado durante el curso anterior, que contemplaba solo las prácticas de la parte de "hidrostática", los resultados obtenidos fueron muy positivos. Este hecho fue el que animó a completar el resto de prácticas de la asignatura, hidrocinemática e hidrodinámica, y así poder ofrecer al alumno en contenido completo.

2. Realice una breve valoración sobre la influencia del proyecto ejecutado en la evolución de las asignaturas implicadas.

Análisis del impacto de la innovación en las asignaturas relacionadas con el proyecto

La aplicación de esta metodología innovadora que combina prácticas de laboratorio tradicionales con herramientas digitales en la enseñanza de la hidráulica ha generado resultados prometedores y reflexiones significativas.

Los resultados obtenidos muestran que la combinación de prácticas tradicionales de laboratorio con herramientas digitales es altamente eficaz. La plataforma web, las simulaciones con hojas de cálculo, la escritura colaborativa de guiones y la producción de vídeos explicativos han demuestran su capacidad para trabajar conjuntamente, ofreciendo una experiencia educativa completa y equilibrada.

La introducción de la plataforma web ha dado lugar a un notable aumento del compromiso y la participación de los estudiantes. La accesibilidad constante a los recursos, los debates en colaboración y la posibilidad de acceder a las herramientas digitales desde cualquier lugar mejoran la forma en que los estudiantes interactúan con los contenidos educativos.

La combinación de simulaciones en hojas de cálculo con prácticas de laboratorio tradicionales ha reforzado la comprensión de los conceptos hidráulicos. Los alumnos no sólo adquieren los principios teóricos, sino que también experimentan con aplicaciones prácticas, consolidando así sus conocimientos en ambas dimensiones.

La redacción de guiones y la producción de vídeos explicativos impulsa el desarrollo de competencias clave. Los estudiantes mejoran su capacidad de investigación, expresión escrita, presentación oral y trabajo en equipo. Estas habilidades no sólo son valiosas en el contexto académico, sino que también son esenciales en la futura práctica profesional.

La introducción de herramientas digitales proporciona mayor flexibilidad y autonomía a los estudiantes en su proceso de aprendizaje. La posibilidad de acceder a recursos y realizar actividades en línea permite a los estudiantes adaptar su estudio a sus propios horarios y ritmos de trabajo, fomentando una mayor responsabilidad en su aprendizaje.

Aunque esta metodología fomenta la autonomía del alumno, es importante subrayar la importancia de la supervisión y la retroalimentación continuas por parte del profesor. La interacción directa con los alumnos, la resolución de dudas y la aportación de comentarios constructivos son elementos esenciales para garantizar que el aprendizaje sea eficaz y mantenga un nivel de calidad competente en todas las actividades. A pesar de la eficacia de las herramientas digitales, la conexión con las sesiones prácticas presenciales es esencial. Estas sesiones permiten a los estudiantes aplicar sus conocimientos en entornos reales de laboratorio, reforzando la importancia de equilibrar la virtualidad con la realidad tangible.

Finalmente, esta metodología demuestra ser un avance en la enseñanza de la Hidráulica en el contexto de la Ingeniería Civil. Los resultados positivos apoyan la idea de que la unión entre las prácticas tradicionales y la virtualización puede generar una experiencia educativa más enriquecedora y eficaz. Sin embargo, es especialmente importante mantener una actitud de mejora continua, realizando cuestionarios donde el alumno aporte su feedback, para mejorar y adaptar la metodología en el futuro.

3. Incluya en la siguiente tabla el número de alumnos matriculados y el de respuestas recibidas en cada opción y realice una valoración crítica sobre la influencia que el proyecto ha ejercido en la opinión de los alumnos.

Como se ha indicado en el apartado “Objetivos realizados” en el Objetivo nº2, el proyecto finalizó en el mes de julio, no siendo posible su puesta en práctica.

La disponibilidad del proyecto completo se realizará durante este segundo semestre.

Aun así, el curso pasado se puso a disposición de los alumnos, el material elaborado en la primera parte del proyecto de innovación, pudiendo realizar una encuesta de satisfacción e idoneidad, cuyos resultados se adjuntan a continuación.

<i>Cuestiones</i>	Valoración del estudiante <i>Max: 5 (muy positivo)</i> <i>Min: 0 (negaivo)</i>
¿Son las practicas de laboratorio un buen complemento para la asignatura?	5
¿Es útil la disponibilidad de recursos online para las prácticas de laboratorio?	4
¿Son útiles estos recursos para el estudio del resto de contenidos de la asignatura?	4
Después de haber realizado las prácticas presenciales, ¿cree que es necesario este material adicional?	5
¿Crees que el resto de las prácticas del temario deberían ser virtualizadas?	5
¿Completaría el contenido con software que resuelva las prácticas on-line?	5
En resumen, ¿considera que esta iniciativa es esencial y potenciadora del aprendizaje de los alumnos?	5

4. Describa las medidas de difusión a las que se comprometió en la solicitud y las que ha llevado a cabo².

Descripción de las medidas comprometidas en la solicitud
Charla sobre la virtualización de las prácticas de laboratorio destinado al profesorado del Departamento de Ingeniería Industrial e Ingeniería Civil.
Descripción de las medidas que se han llevado a cabo
Durante en desarrollo del proyecto se han realizado reuniones con los miembros del departamento interesados en la temática, poniendo a su disposición cuanta información, así como medios técnicos necesarios, para desarrollos semejantes en sus asignaturas.

² Si en la solicitud no indicó compromiso de difusión de resultados este criterio no se tendrá en cuenta en la evaluación

ANEXO

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

El trabajo consistía, fundamentalmente, en redactar guiones de laboratorio y elaborar vídeos explicativos para facilitar el seguimiento de dichas prácticas de laboratorio al alumnado que curse la asignatura.

La redacción de los guiones de laboratorio se llevaba a cabo en la página web del Área de Ingeniería Hidráulica de la Universidad de Cádiz. Para ello, se usaba el lenguaje de etiquetas HTML para creación de páginas web.

Además, se introdujo un **nuevo objetivo**, la realización de hojas de cálculo para comprobar los resultados obtenidos en el laboratorio.

Para poder llevar a cabo todas estas actividades, la persona encargada de la tarea asistía a las prácticas de laboratorio de la asignatura con el objetivo de tomar notas y adquirir nociones para la futura redacción de los guiones, y elaboración de los vídeos y hojas de cálculo.

Posteriormente y una vez redactados los guiones, regresaba al laboratorio para grabar los vídeos explicativos donde repetía la práctica correspondiente.

Las labores se han centrado en los dos últimos bloques de contenido de la asignatura de Hidráulica, con sus respectivas prácticas de laboratorio:

- **Hidrodinámica:** 4 prácticas de laboratorio.
- **Canales:** 7 prácticas de laboratorio.

A continuación, se muestra mediante capturas de pantalla de la web, las hojas Excel y los vídeos explicativos, todo el trabajo realizado para cada una de las prácticas de laboratorio de los dos bloques de contenido asignados.

BLOQUE DE CONTENIDO I: HIDRODINÁMICA

El bloque de hidrodinámica consta de 4 prácticas de laboratorio, enumeradas a continuación:

- Experiencia de Reynolds.
- Teorema de Bernoulli.
- Pérdida de carga en tubería.
- Bombas, en serie y en paralelo.

Guiones de laboratorio

Se muestra el formato de edición de la página web para la elaboración de los distintos guiones de laboratorio de este bloque. También se muestra en lenguaje HTML.



lab-hn-02-experiencia-reynolds

Enlace permanente: <https://hidraulica.uca.es/lab-hn-02-experiencia-reynolds/> Editar

Añadir objeto Add FooGallery Formulario Caldera Visual HTML

b **i** **link** **b-quote** **del** **ins** **img** **ul** **ol** **li** **code** **more** **cerrar etiquetas**

```
<h1>EXPERIENCIA DE REYNOLDS</h1>
<h2>Objetivo</h2>
Comprobar visualmente la experiencia realizada por Reynolds para determinar el tipo de régimen de un fluido.
<h2>Fundamento teórico</h2>
<p style="text-align: left;"><strong>El número de Reynolds</strong> es un parámetro adimensional que caracteriza el régimen de un fluido. Establece una relación entre las fuerzas de inercia y las fuerzas viscosas del fluido, a partir de la siguiente expresión:</p>
<p style="text-align: center;"><span style="font-size: 14pt;">[latex]Re=\frac{v D}{\nu}</span></p>
Donde,
v: velocidad del flujo (m/s)
D: diámetro de la tubería (m)
<span style="font-size: 14pt;">v</span></span>: viscosidad cinemática (m<sup>2</sup>/s)
<p style="text-align: center;"><span>[latex]μ=v\times ρ</span></span></p>
Donde,
μ: viscosidad dinámica (kg/m<sup>3</sup> (SI)
ρ: densidad fluido (kg/m<sup>3</sup> (SI)

<strong>Tipos de regímenes:</strong>
Los regímenes principales de flujo son: laminar y turbulento (liso o rugoso).
```

Publicar

Solo guardar Vista previa

Estado: Borrador Editar

Visibilidad: Público Editar

Revisiones: 103 Explorar

Publicar inmediatamente Editar

Mover a la papelera Publicar

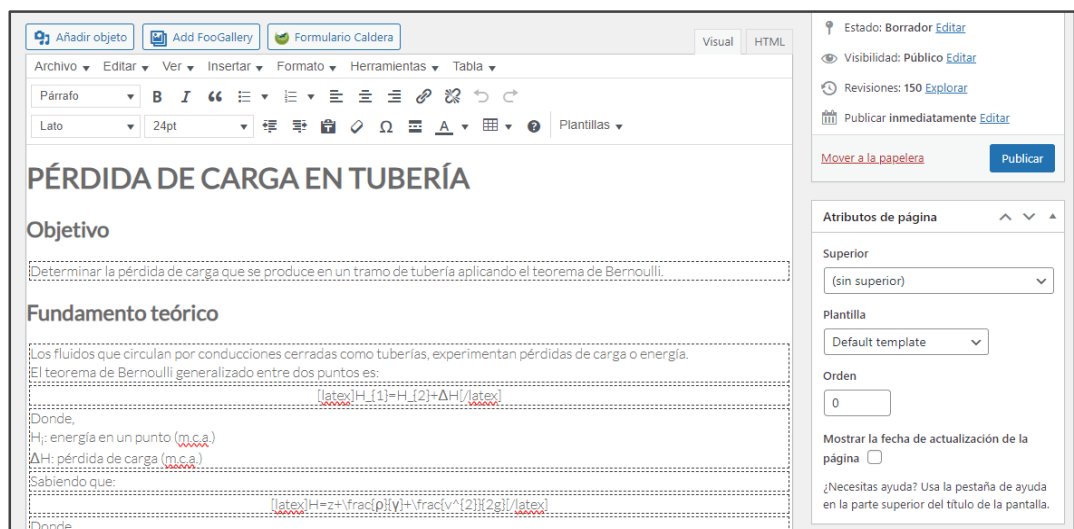
Atributos de página

Superior (sin superior)

Plantilla: Default template

Orden: 0

Lenguaje HTML, “Experiencia de Reynolds”



Añadir objeto Add FooGallery Formulario Caldera Visual HTML

Archivo Editar Ver Insertar Formato Herramientas Tabla

Párrafo B I “ ” ¶ ☰ ☲ ☱ ☳ ☴ ☵ ☶ ☷ ☰ ☲ ☱ ☳ ☴ ☵ ☶ ☷

Lato 24pt

PÉRDIDA DE CARGA EN TUBERÍA

Objetivo

Determinar la pérdida de carga que se produce en un tramo de tubería aplicando el teorema de Bernoulli.

Fundamento teórico

Los fluidos que circulan por conducciones cerradas como tuberías, experimentan pérdidas de carga o energía. El teorema de Bernoulli generalizado entre dos puntos es:

$$H_1 = H_2 + \Delta H_f$$

Donde,

- H_1 : energía en un punto (m.c.a)
- ΔH_f : pérdida de carga (m.c.a)

Sabiendo que:

$$H = z + \frac{p}{\rho g} + \frac{v^2}{2g}$$

Donde,

Estado: Borrador Editar

Visibilidad: Público Editar

Revisiones: 150 Explorar

Publicar inmediatamente Editar

Mover a la papelera Publicar

Atributos de página

Superior (sin superior)

Plantilla: Default template

Orden: 0

Mostrar la fecha de actualización de la página

¿Necesitas ayuda? Usa la pestaña de ayuda en la parte superior del título de la pantalla.

Página de edición, “Pérdida de carga en tubería”

Vídeos explicativos

Estos vídeos se encuentran en el Campus Virtual de la asignatura, para que los alumnos puedan visualizarlos. A continuación, se adjunta imagen de la visualización de uno de los vídeos elaborados:



Vídeo explicativo, “Bombas en serie y en paralelo”

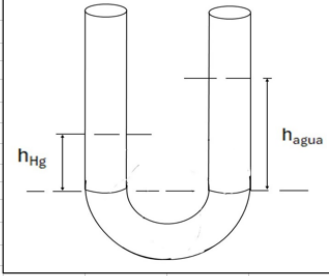
Hojas de cálculo

Se ha realizado una hoja de cálculo para cada una de las prácticas de laboratorio del bloque de hidrodinámica. Se visualizan a continuación algunos ejemplos:

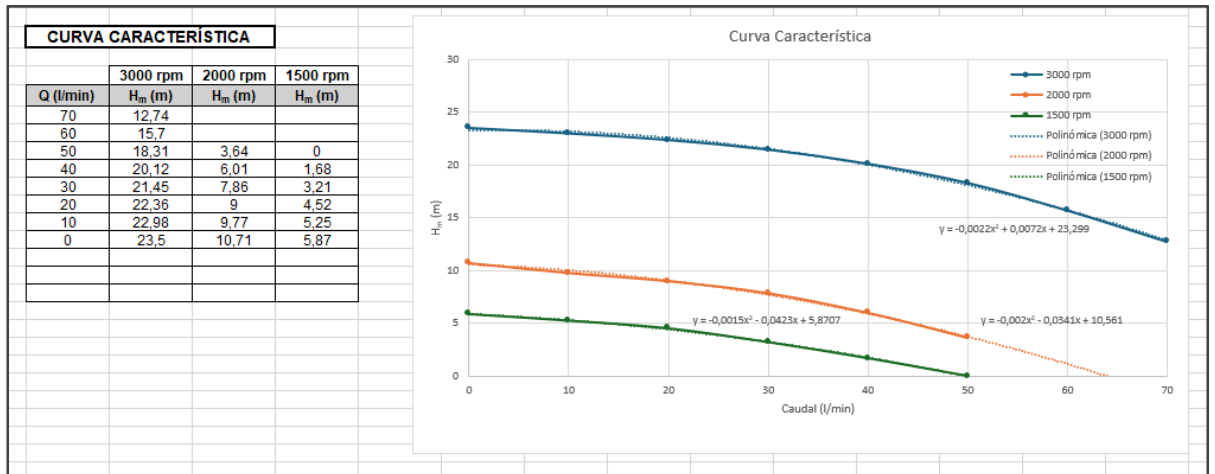
EXPERIENCIA DE REYNOLDS		
DATOS		
D =	1381,95667	mm
v =	1,03E-06	m ² /s
Caudal =	1,50	m ³ /s
<hr/>		
v =	1	m/s
Re =	1854178,86	
TIPO DE RÉGIMEN:		Régimen turbulento

Hoja de cálculo, “Experiencia de Reynolds”

PÉRDIDA DE CARGA EN TUBERÍA											
B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
DATOS											
Q =	0,0005	m ³ /s									
L =	1	m									
Y _{agua} =	1000	kp/m ³									
Y _{Hg} =	13600	kp/m ³									
Punto 1						Punto 2					
z ₁ (cota) =	0	m				z ₂ (cota) =	0	m			
h _{agua} =	0,067	m				h _{agua} =	0,063	m			
h _{Hg} =	0,023	m				h _{Hg} =	0,01	m			
D ₁ =	0,017	m				D ₂ =	0,017	m			
P₁ = 245,8 kp/m²						P₂ = 73 kp/m²					
S₁ = 0,00022698 m²						S₂ = 0,00022841 m²					
v₁ = 2,2 m/s						v₂ = 2,19 m/s					
Alt. Presión = 0,2458 m						Alt. Presión = 0,073 m					
Alt. Cinemát. = 0,2467 m						Alt. Cinemát. = 0,2444 m					
H₁ = 0,4925 m						H₂ = 0,3174 m					
ΔH = 0,1751 m											



Hoja de cálculo, “Pérdida de carga en tubería”



Hoja de cálculo, “Curva Característica de una bomba”

BLOQUE DE CONTENIDO II: CANALES

El bloque de canales consta de 7 prácticas de laboratorio, enumeradas a continuación:

- Características hidráulicas de un canal.
- Determinación de la rugosidad de un canal.
- Régimen uniforme en canales.
- Canal rectangular con calados variables.
- Resalto hidráulico.
- Desagüe bajo compuerta.
- Medición del caudal en un vertedero.

Guiones de laboratorio

Al igual que en el bloque anterior, se muestra el formato de edición de la página web para la elaboración de algunos de los guiones de laboratorio de este bloque. También se muestra en lenguaje HTML.

Se ejemplifica con las siguientes imágenes:

Universidad de Cádiz

Área de Ingeniería Hidráulica

INICIO DOCENCIA INVESTIGACIÓN RECURSOS ▾ ASISTENCIA TÉCNICA PERSONAL CONTACTO

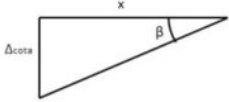
Inicio > lab-cn-01-características-hidraulicas-de-un-canal

Desarrollo

-Medir el **calado** (y).

-Determinar el valor de la **pendiente** del canal, I .

- Medir la cota del punto de inicio y fin del tramo del canal.
- Medir la longitud entre esos dos puntos (x).

$$I = \operatorname{tg}(\beta) = \frac{\Delta \text{cota}}{x}$$


-A continuación, calcular la **sección mojada** (S_m) y el **perímetro mojado** (P_m).

Vista previa, “Características hidráulicas de un canal”

```

<h1>DETERMINACIÓN DE LA RUGOSIDAD DE UN CANAL</h1>
<h2>Objetivo</h2>
Determinar la rugosidad de un canal rectangular.
<h2>Fundamento teórico</h2>
Para determinar la <strong>rugosidad</strong> de la sección de un canal, se ha de calcular el <strong>coeficiente de Manning</strong> <strong>(n)</strong>.

Conociendo este coeficiente, puede conocerse el material del que está constituida la sección de un canal.

Además, la rugosidad genera pérdida de carga en toda la longitud del tramo de canal. Esta pérdida de carga J es unitaria (m/m) y se relaciona con la rugosidad en la expresión de Manning.
<h2>Datos</h2>
Las <strong>características hidráulicas</strong> obtenidas en el guión anterior:
<div class="table-responsive">
<table style="text-align: left; width: 60.4593%;" cellspacing="2" cellpadding="2" border="1">
<tbody>
<tr>

```

Lenguaje HTML, “Determinación de la rugosidad de un canal”

Añadir objeto Add FooGallery Formulario Caldera Visual HTML

Archivo ▼ Editor ▼ Ver ▼ Insertar ▼ Formato ▼ Herramientas ▼ Tabla ▼

Párrafo ▼ B I “ ¶ ☰ ☱ ☲ ☳ ☴ ☵ ☶ ☷ 📌 🗑️ ↶ ↷
 Lato ▼ 24pt ▼ ☰ ☱ ☲ ☳ ☴ ☵ ☶ ☷ 🔍 📄 Plantillas ▼

Datos

El ancho del canal y el caudal, obtenidos en el primer guión “Características hidráulicas de un canal”.


Ancho del canal (cm)	8
Caudal (m ³ /s)	

Se supone pendiente nula.

Desarrollo

Se introduce en el interior del canal un escalón, esto provoca que varíen los calados.

Para el estudio, se diferencian los tres tramos siguientes:



Tramo 1 Tramo 2 Tramo 3

Página de edición, “Canal rectangular con calados variables”

Universidad de Cádiz

Área de Ingeniería Hidráulica

INICIO DOCENCIA INVESTIGACIÓN RECURSOS ASISTENCIA TÉCNICA PERSONAL CONTACTO

Inicio > lab-cn-06-desague-bajo-compuerta

Desarrollo

Se coloca una compuerta en el canal.

1- Para el cálculo del **caudal teórico** se utiliza la siguiente formulación:

$$Q_{real} = C_d \times Q_{teorico}$$

$$Q_{teorico} = S \times v_{teorica} = S \times \sqrt{2gh}$$

Donde,
 v: velocidad (m/s)
 S: sección (m²)
 h: distancia entre el orificio de salida y lámina aguas arriba

Vista previa, “Desagüe bajo compuerta”

Vídeos explicativos

Estos vídeos se encuentran en el Campus Virtual. A continuación, se adjunta una captura de pantalla de la reproducción de uno de los vídeos elaborados:



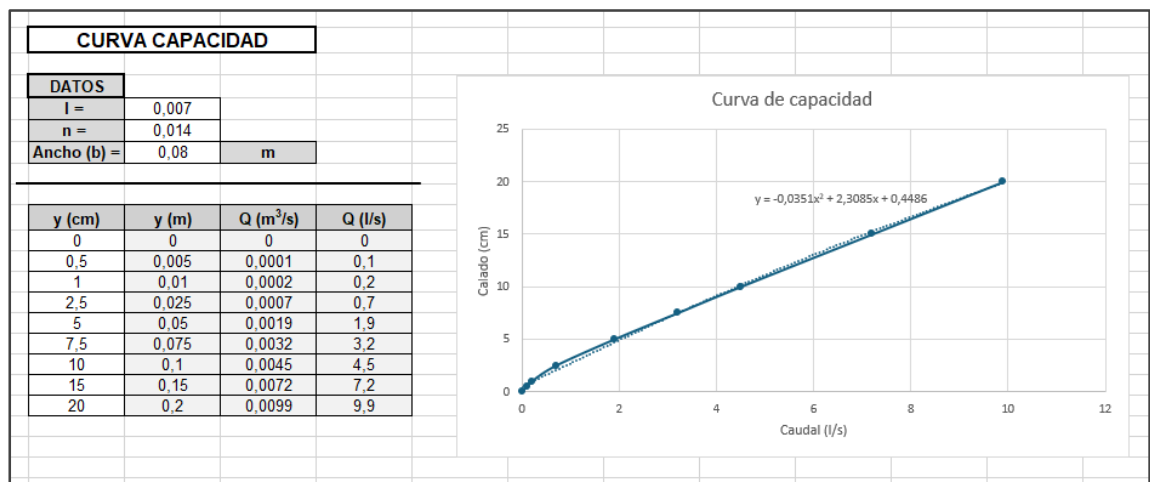
Vídeo explicativo, “Vertedero rectangular”

Hojas de cálculo

Se ha realizado una hoja de cálculo para cada una de las prácticas de laboratorio del bloque de canales. Se visualizan algunas imágenes a continuación, a modo de ejemplificación:

CARÁCTERÍSTICAS HIDRÁULICAS			
DATOS GEOMÉTRICOS			
Ancho canal (b) =	8	cm	
Calado (y) =	5,5	cm	
Cota pto inicial =	1,4	m	
Cota pto final =	1,37	m	
Longitud (x) =	4,43	m	
DATOS CAUDAL			
Masa =	6,831	kg	
p =	1000	kg/m ³	
Tiempo (t) =	3,04	s	
Datos de flujo			
Pdte canal (I) =	0,007	tg (β)	
Sm =	44	cm ²	
Pm =	19	cm	
Rh =	2,316	cm	
Volumen (V) = 0,006831 m ³			
Q = 0,0022 m ³ /s			
Q = 2,2 l/s			
v = 0,5 m/s			
COEFICIENTE DE MANNING			
n =	0,014		
Nº DE FROUDE			
F =	0,68		
TIPO DE RÉGIMEN: Régimen lento			

Hoja de cálculo, “Características hidráulicas de un canal”



Hoja de cálculo, “Curva de capacidad”

CANAL CON CALADOS VARIABLES					
DATOS					
Ancho del canal	8	cm			
Caudal	0,0021	m ³ /s			
Tramos	y (m)	Sección (m ²)	v (m/s)	Nº de Froude	Tipo de régimen
1	0,128	0,01024	0,205	0,18	Régimen lento
2	0,00192	0,0001536	13,672	1	Régimen crítico
3	0,02	0,0016	1,313	2,96	Régimen rápido

Hoja de cálculo, "Canal con calados variables"

VERTEDERO RECTANGULAR		
$q = \frac{2}{3} \times C_d \times \sqrt{2g} \times h^{\frac{3}{2}}$		
DATOS		
h =	2,1	cm
$C_d = 0,611 + 0,075 \times \frac{h}{W}$		
Si $W \gg h$:	$C_d =$	0,611
$q = 1,8 \times h^{\frac{3}{2}}$		
q =	0,0055	m ³ /s
q =	5,5	l/s

Hoja de cálculo, "Vertedero rectangular"