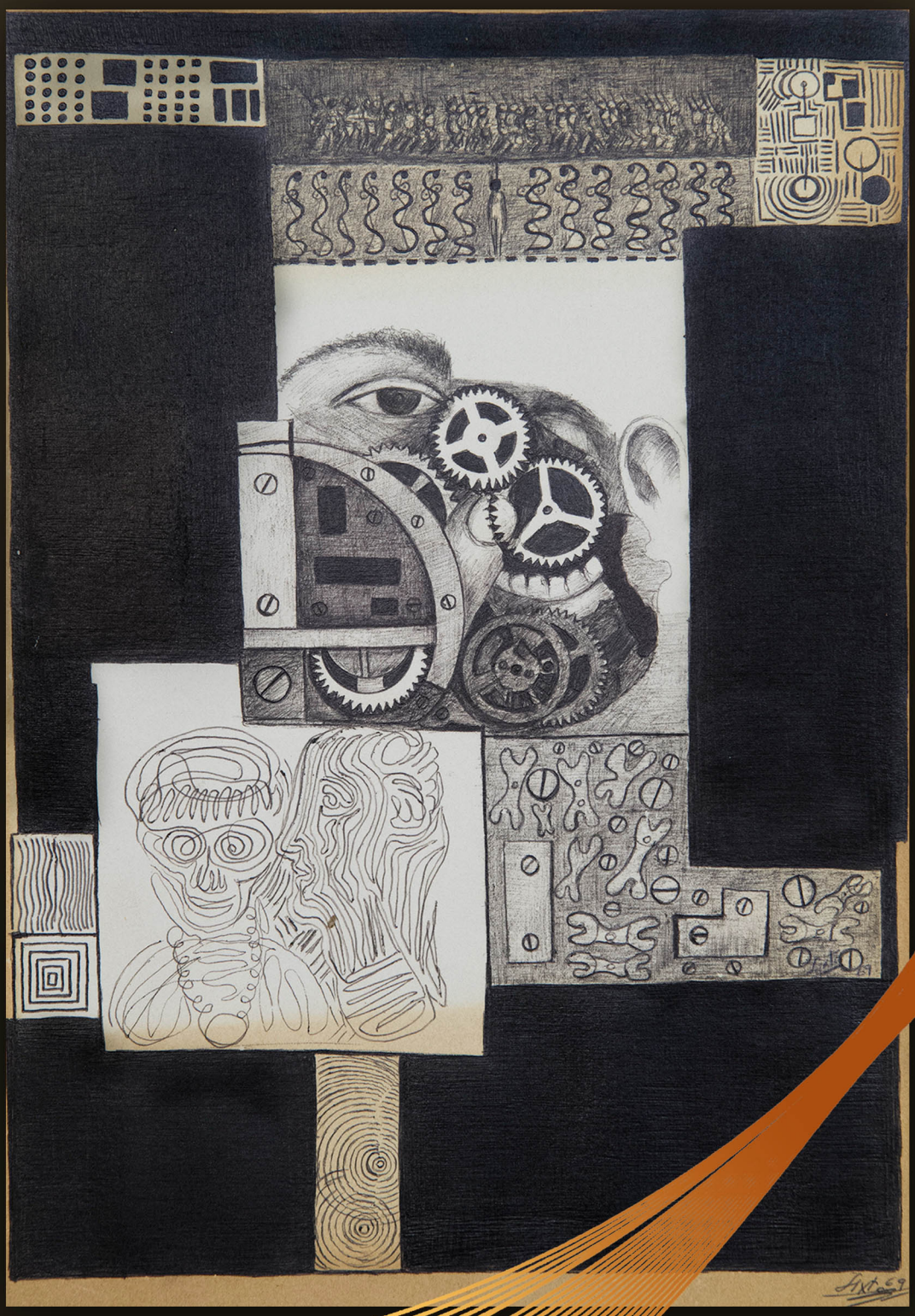
XXI CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



LIBRO DE ARTÍCULOS

Varios autores

UNIVERSITAS Miguel Hernández

XXI CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
Libro de artículos

Editores:
Emilio Velasco Sánchez, Presidente
• Miguel Sánchez Lozano. Vicepresidente
• Ramón Peral Orts, Secretario
• Grupo AME (Applied Mechanical Engineering):
  o Héctor Campello Vicente
  o Nuria Campillo Davó
  o David Clar García
  o Abel R. Navarro Arcas
  o Miguel Ángel Oliva i Meyer
  o Carolina Senabre Blanes
  o Óscar Cuadrado Sempere

ISBN:
978-84-16024-37-7

Edita:
Universidad Miguel Hernández de Elche

Maquetación:
Servicio de Innovación y Apoyo Técnico a la Docencia y a la Investigación UMH

Nota del editor:
Los textos de esta publicación y su revisión ortográfica son responsabilidad de los/as autores/as

Fecha de edición:
07/11/2016

UNIVERSITAS Miguel Hernández

Nueva técnica de fijación invertida para el LCA: estudio biomecánico in vitro en modelo porcino 189
Diseño, control y evaluación de una ortesis activa de bajo coste para la marcha de lesionados medulares 196
Diseño y fabricación multiescala de dispositivos médicos para interacción a nivel celular y tisular 202

II - CINEMÁTICA COMPUTACIONAL 211

Eficiencia de una formulación cinemática computacional basada en Ecuaciones de Grupo 212
Una propuesta de fórmula de velocidades de sucesión 220
Manipuladores paralelos de traslación con pares Pa2 228
Análisis de la capacidad multioperacional de manipuladores paralelos 236
Eficiencia de la paralelización multihilo en el análisis cinemático de sistemas multicuerpo basado en Ecuaciones de Grupo 244

III - EDUCACIÓN EN INGENIERÍA 253

Uso de MATLAB en la enseñanza de los flujos en canales abiertos para un aprendizaje metacognitivo 254
Aprendizaje Cooperativo y Co-Evaluación en el aula de ingeniería. Propuesta de un Entorno Virtual de Aprendizaje y de un nuevo rol del profesor 262
Construcción de un equipo flexible de laboratorio para el ensayo de turbinas hidráulicas de acción 270
Revisión de algunos mecanismos de barras propuestos por Artobolevski 278
Diseño e impresión de modelos 3D de transmisiones epicicloidales para ayuda a la docencia 286
Plataforma para el diseño de uniones estructurales mediante perfiles tubulares de acero 294
Actividad lúdica en el proceso enseñanza-aprendizaje en la ingeniería mecánica 302
Estrategias blended-learning en laboratorios del Grado en Ingeniería Mecánica: una experiencia positiva 310

IV - DINÁMICA DE SISTEMAS MULTICUERPO 319

Observador de estados basado en modelo multicuerpo aplicado a un vehículo automóvil 320
Modelo dinámico de una motocicleta con rigidez lateral 328
Formulaciones dinámicas en coordenadas naturales para la aproximación basada en Ecuaciones de Grupo 335

V - FIABILIDAD Y MANTENIMIENTO 344

Detección y localización automática de defectos en rodamientos basada en WPT y SVM 345
Mantenimiento necesario en instalaciones de GLP 353
Gestión del Mantenimiento de equipos biomédicos y Producción más Limpia en instituciones de salud de Medellín, Colombia 361
Estimación del estado mecánico de maquinaria agrícola en funcionamiento mediante el análisis automático de vibraciones 366
Desarrollo de un sistema predictivo a través microntroladores y sensores de bajo costo para la programación de las actividades de mantenimiento en sistemas de aire acondicionado 374

BLOQUE III

EDUCACIÓN EN INGENIERÍA

Construcción de un equipo flexible de laboratorio para el ensayo de turbinas hidráulicas de acción

J. Ruiz Ramírez[1], A. Gil Aparicio[2], J.M. Marín López[1], D. Crespí Llorens[1], L. Payá Castelló[2], M. Lucas Miralles[1]

[1]*Dpto. de Ingeniería Mecánica y Energía. Universidad Miguel Hernández de Elche. j.ruiz@umh.es*

[2]*Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática. Universidad Miguel Hernández de Elche.*

Las titulaciones del ámbito industrial, como los Grados en Ingeniería Mecánica o en Ingeniería Eléctrica, se han caracterizado tradicionalmente por su carácter eminentemente práctico. Las sesiones de laboratorio presentes en la mayoría de las asignaturas son parte fundamental para el entendimiento y aplicación de los conceptos estudiados en los programas de las mismas. Las asignaturas Sistemas Fluidomecánicos y Energía Eólica e Hidráulica, de los Grados en Ingeniería Mecánica y en Ingeniería Eléctrica de la Universidad Miguel Hernández de Elche, respectivamente, tienen como denominador común el estudio de la energía hidráulica aplicada (turbinas hidráulicas). Sin embargo, y a pesar de la naturaleza aplicada de la materia, no se dispone de material de laboratorio asociado y la evaluación de las competencias adquiridas en este ámbito, se ha realizado mediante la resolución de problemas en el examen escrito. En este trabajo se plantea una acción de innovación que tiene como doble objetivo la generación de material didáctico para el laboratorio por un lado, y la de redefinir el método de aprendizaje en el ámbito de la ingeniería aplicada a la energía hidráulica por el otro. Dicha acción de innovación consiste en la construcción de un equipo flexible de laboratorio para el ensayo de turbinas hidráulicas de acción (Pelton). La inclusión en la evaluación de la asignatura de una modalidad de evaluación por competición (competitive learning) empleando el equipo de ensayo fomenta el aprendizaje y la participación. Para ello, se plantea como tarea dentro de las asignaturas vinculadas al proyecto el diseño de un rodete tipo Pelton bajo unas premisas comunes de diseño. Cada grupo de estudiantes debe suministrar una propuesta CAD de diseño de turbina hidráulica de acción basándose en los contenidos estudiados en la lección teórica pertinente. Los diferentes diseños propuestos por equipos de estudiantes se generan mediante una impresora 3D y se ensayan en la maqueta construida para observar el funcionamiento real de los mismos. La turbina capaz de producir una mayor cantidad de potencia, resulta la ganadora de la competición.

1. Introducción

La Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH) instauró sus titulaciones de Grado en el curso académico 2010/2011, fruto de la entrada en vigor de la legislación en materia de educación universitaria derivada del tratado de Bolonia. Entre la oferta de carreras técnicas, y más concretamente en titulaciones relacionadas con el ámbito industrial, la Escuela Politécnica Superior de Elche (EPSE) ofrece las actualmente las titulaciones de Graduado en Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica y Automática. Dichas titulaciones, así como sus predecesoras, se han caracterizado tradicionalmente por su carácter eminentemente práctico. Las sesiones de laboratorio presentes en la mayoría de las asignaturas son parte fundamental para el entendimiento y aplicación de los conceptos estudiados en los programas de las asignaturas. Las asignaturas Sistemas Fluidomecánicos y Energía Eólica e Hidráulica, de los Grados en Ingeniería Mecánica y en Ingeniería Eléctrica de la UMH, respectivamente, tienen como denominador común el estudio de la energía hidráulica aplicada (turbinas hidráulicas). Entre los resultados del aprendizaje de ambas asignaturas se encuentran, entre otros, el caracterizar los distintos tipos de turbinas hidráulicas, describir el funcionamiento de sus partes principales, y establecer los parámetros fundamentales para el diseño o la selección de una turbina en un emplazamiento determinado. Sin embargo, y a pesar de la naturaleza aplicada de estos objetivos, las prácticas de laboratorio de dichas asignaturas se han ceñido a la realización de prácticas de informática, bien para la modelización de estos equipos, bien para el diseño de los mismos de manera teórica. La evaluación de las competencias adquiridas en este ámbito, se ha realizado mediante la resolución de problemas en el examen escrito. Este hecho está justificado por la escasez de recursos económicos así como la reciente creación de las mismas (nótese que ambas se imparten en los últimos cursos de dichas titulaciones). Por tanto, se hace necesaria

la presencia de algún equipo para el ensayo de turbinas hidráulicas, ya que como apuntan algunos trabajos localizados en la bibliografía, González et al. [1], el aprendizaje mediante experiencia práctica utilizando un prototipo de laboratorio de turbina hidráulica, fortalece los conocimientos teóricos. Además del aprendizaje basado en la práctica como mejora docente, otra de las estrategias comunmente manejadas por los educadores es la del aprendizaje por competición o *competitive learning*. Las principales ventajas de esta metología frente a la metodología tradicional de aprendizaje colaborativo radican en que los alumnos se enfrentan a retos similares a los que se dan en la vida real y que normalmente están basados en la competencia, que les ayuda a dar lo mejor de si mismos, que el pensamiento independiente y el esfuerzo normalmente tienen recompensa y que puede suponer una manera de animar el ambiente en el aula. Sin embargo, también presenta una serie de inconvenientes como frustración en aquellos casos que se encuentren por detrás del resto de sus compañeros o los conflictos personales que puedan aparecer. Para paliar la problemática existente, en este trabajo se plantea una acción de innovación que tiene como doble objetivo la generación de material didáctico para el laboratorio por un lado, y la de redefinir el método de aprendizaje en el ámbito de la ingeniería aplicada a la energía hidráulica por el otro. Dicha acción de innovación consiste en la construcción de equipo flexible de laboratorio para el ensayo de turbinas hidráulicas de acción (Pelton). De esta manera el objetivo de generación de material didáctico para laboratorio quedaría cubierto. Sin embargo, el objetivo más innovador radica en la inclusión en la evaluación de la asignatura de una modalidad de evaluación por competición (competitive learning) empleando el equipo de ensayo. Para ello, se plantea como tarea dentro de las asignaturas vinculadas al proyecto el diseño de un rodete tipo Pelton. Bajo unas premisas comunes de tamaño y punto nominal de funcionamiento, cada grupo de estudiantes debe suministrar una propuesta CAD de diseño de turbina hidráulica de acción basándose en los contenidos estudiados en la lección teórica pertinente. Los diferentes diseños propuestos por equipos de estudiantes se generan mediante una impresora 3D y se ensayan en la maqueta construida para observar el funcionamiento real de los mismos. De esta manera, los estudiantes son partícipes del proceso ingenieril completo, que implica el diseño, la construcción, el ensayo y el análisis. En este trabajo se describe la acción llevada a cabo. Para ello, se presentan en la Sección 2 los antecedentes de operación de este tipo de máquinas hidráulicas motoras para una mejor interpretación de los experimentos propuestos en la Sección 4. En la Sección 3, se describe el equipo construido, listando los componentes y características técnicas de éstos. Por su parte, en la Sección 5 se describen las pautas de la competición propuesta y finalmente, Sección 6 se recogen las conclusiones más significativas del trabajo.

2. Antecedentes: análisis del funcionamiento de una turbina Pelton

Con objeto de interpretar los experimentos planteados en la Sección 4, se describe aquí de manera resumida un análisis del funcionamiento de una turbina Pelton. Las turbinas de acción son máquinas hidráulicas motoras en las que el intercambio de energía entre el rodete y el fluido se produce principalmente por impulso o acción. Aquí un chorro de agua a alta velocidad es deflectado por un conjunto de álabes dispuestos alrededor del rodete, que, como consecuencia de la variación del momento cinético del fluido, genera un par que lo hace girar. La turbina Pelton es el tipo de turbina hidráulica de impulso de uso más común en la actualidad. El mecanismo de funcionamiento de este tipo de turbinas consiste en hacer incidir tangencialmente uno o varios chorros de agua a alta velocidad sobre los álabes dispuestos equiespaciadamente en la periferia del rodete. La energía del agua a la entrada del rotor es en forma de energía cinética del chorro, no existiendo prácticamente variaciones de altura estática en el fluido a través del rodete. En este tipo de turbinas la presión en el rodete se mantiene constante y esto provoca que el fluido no invada toda la cavidad entre los alabes. La variación del momento cinético del agua en el rodete produce sobre éste un par que lo hace girar. El agua sale de los álabes con una energía cinética residual relativamente baja y es dirigida hacia el canal de desagüe. Debido a que en cada instante el chorro o los chorros de agua sólo inciden sobre algunos de los álabes, las turbinas Pelton son obviamente de admisión parcial. En la Figura 1 (a) se muestra una representación esquemática de una instalación de turbinación con una turbina de acción. Tal y como se puede apreciar los elementos que componen la turbina son dos: el inyector y el rodete. La diferencia de energías mecánicas específicas entre la entrada y la salida del rodete o la *altura neta*, se puede expresar como,

$$gH_n = \left[\frac{p}{\rho} + \frac{v^2}{2} + gz\right]_s^e = \frac{p_e}{\rho} \tag{1}$$

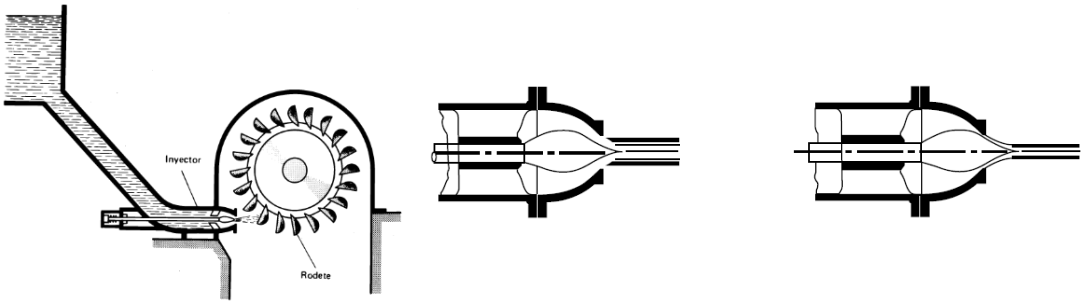
siendo p_e la presión a la entrada de la turbina, antes del inyector. La conversión total de la energía de presión en energía cinética proporciona el valor teórico de la velocidad ideal del chorro, $v_{1,máx}$,

$$v_{1,máx} = \sqrt{\frac{2p_e}{\rho}} = \sqrt{2gH_n} \tag{2}$$

La potencia hidráulica disponible (potencia neta) se puede expresar como el producto del gasto másico de agua (ρQ) y su contenido energético asociado (gH_n). El rendimiento de la máquina se define como el cociente entre la potencia generada, producto del par y la velocidad de giro ($M\Omega$) y la potencia disponible,

$$\dot{W}_n = \rho g Q H_n = p_e Q \tag{3}$$

$$\eta = \frac{\dot{W}_{eje}}{\dot{W}_n} = \frac{\dot{W}_{eje}}{\rho g Q H_n} = \frac{M\Omega}{p_e Q} \tag{4}$$



(a) (b)

Figura 1: (a) Esquema instalación turbinación con turbina Pelton (Viedma y Zamora [2]). (b) Elemento inyector: descripción gráfica de su funcionamiento. Izquierda, carga total. Derecha, carga parcial.

El elemento inyector en una turbina Pelton es el órgano regulador del caudal del chorro. Esencialmente consta de una válvula de aguja o punzón cuya posición (carrera) determina el grado de apertura de la tobera, Figura 1 (b). La modificación del caudal lograda gracias al punzón del inyector permite la modulación de la potencia producida por la máquina si ésta opera a velocidad de giro constante (máquina síncrona). Las pérdidas en este elemento se deben a la fricción con el fluido. Por tanto, la presión a la salida del inyector será menor que p_e y por tanto se reducirá la velocidad de descarga. Para cuantificar estas pérdidas se define el coeficiente de velocidad en las toberas de los inyectores C_V,

$$v_1 = C_V \sqrt{\frac{2p_e}{\rho}} = C_V \sqrt{2gH_n} \tag{5}$$

Obviamente C_V es función del diseño del inyector y su valor suele oscilar entre 0,97 y 0,99 en turbinas convencionales. La velocidad absoluta a la salida del inyector (entrada al rodete) v_1, sirve para determinar el caudal trasegado por la turbina y se puede escribir de acuerdo a la sección del chorro supuesta circular y dicha velocidad (ecuación de continuidad),

$$Q = v_1 A = v_1 \frac{\pi d_0^2}{4} \tag{6}$$

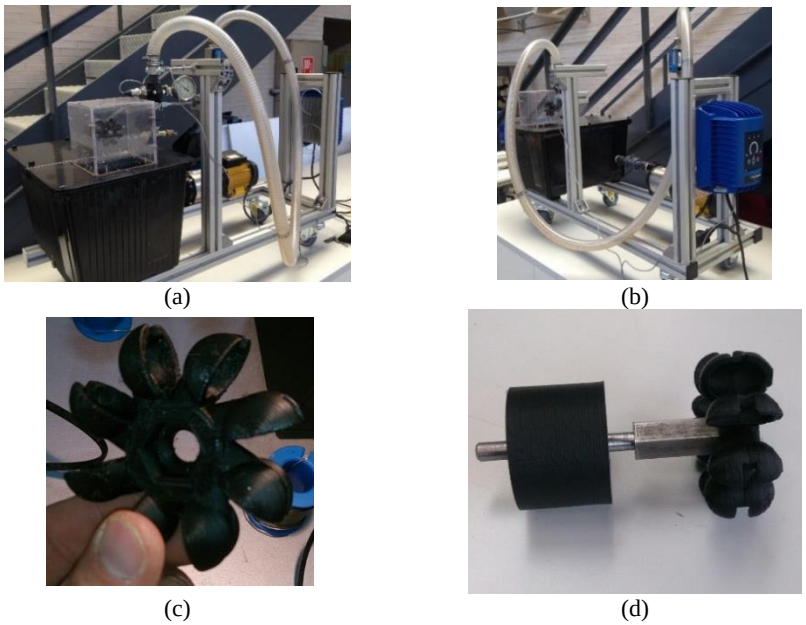
De acuerdo a la ecuaciones (1) y (2) se pueden estimar las pérdidas en dicho elemento,

$$H_{L,iny} = \left(1 - C_V^{\,2}\right) H_n \tag{7}$$

Por su parte, el rodete de las turbinas de acción está compuesto por la rueda Pelton y un conjunto de álabes (denominados cucharas) acopladas sobre la periferia de la misma. Las cucharas son cazoletas semiesféricas y simétricas que disponen de una arista central que divide el chorro en dos partes iguales que deslizan por el intradós de las dos semicazoletas y salen desviadas con un ángulo β_2. La deflexión del chorro produce una fuerza sobre el álabe que, multiplicada por la distancia al eje de la rueda y por la velocidad de giro produce el par que hace girar el eje. Las pérdidas mecánicas en los álabes como consecuencia del rozamiento con el fluido, son proporcionales a un factor de pérdida de carga adimensional y la energía cinética relativa del fluido en la entrada de la cuchara, y se pueden estimar como la diferencia entre las energías cinéticas relativas entre la entrada y la salida del álabe. La velocidad residual a la salida de la turbina se suele considerar como una pérdida de la propia turbina, Viedma y Zamora [2] por lo que se engloba dentro del rendimiento hidráulico. Por este motivo, la altura neta se puede simplificar como se ha mostrado en la Ecuación (1). Las curvas características de una turbina Pelton se pueden presentar para salto constante y para salto variable. Lo más común es obtener la característica a salto constante, pues se corresponde con la operación real de este tipo de turbinas. Sin embargo, y a pesar de tener escaso sentido físico (una turbina Pelton no opera a salto variable) su interés radica en poder compararlas con turbinas de reacción. Las curvas características de una turbina Pelton genérica tanto a salto constante como a salto variable pueden encontrarse en múltiples referencias bibliográficas, Hernández Krahe [3].

3. Descrición del equipo

El equipo de ensayo construido consta de 4 partes principales: la maqueta a escala de turbina Pelton con su caja estanca y eje, el sistema de bombeo, sistema de adquisición de datos y sistema de control electrónico de operación (Figura 2 (a) y (b)). La maqueta a escala de turbina Pelton se alberga dentro de una caja estanca de PET de 6 mm de espesor de dimensiones 15 x 15 x 15 cm. La caja se encuentra anclada a un depósito de agua de 45 l de capacidad. El ensamblaje entre caja y tapa de depósito permite que el modelo de tubina se pueda cambiar/reemplazar con cierta facilidad. La maqueta de la turbina se encuentra fabricada en Poliácido Láctico (PLA) y consta de 8 cucharas cuyas condiciones nominales de trabajo son una potencia de 100 W a una velocidad de giro de 2500 rpm,y se encuentra conectada al motor eléctrico que simula la carga mediante un eje con un acoplamiento hexagonal con la turbina (Figura 2 (c) y (d)). El elemento inyector está fabricado en latón a partir de un sistema de fumigación comercial al cual se le ha reemplazado el eje existente por una válvula de aguja cónica con un ángulo de 30º y longitud de 57 mm y una tobera cilíndrica con sección de salida de 5 mm^2 (diámetro de chorro d_0 = 2,5 mm). El sistema de bombeo está compuesto por una bomba centrífuga multietapa modelo ESPA PRISMA 15 3M que aspira desde la parte inferior del tanque de agua e impulsa el fluido hacia el inyector. El sistema de bombeo simula las condiciones del salto hidráulico en la instalación de turbinación. La bomba se encuentra conectada a un variador de frecuencia monofásico ARCHIMEDE IMMP1.1W que permite fijar la presión de consigna del bombeo (en intervalos de 0,5 bar) independientemente del caudal impulsado. Para ello, la velocidad de giro de la bomba se controla mediante un sensor de presión dispuesto a la entrada del inyector en paralelo con un manómetro para verificar el correcto funcionamiento. Para determinar el caudal impulsado por la bomba se dispone de un caudalímetro de turbina de la casa comercial OMEGA, modelo FTB792 con display para lectura in situ y salida 4-20 mA para conexión con sistema de adquisición de datos. La determinación de la presión y el caudal de entrada a la turbina permite determinar la potencia disponible para su conversión en potencia mecánica. El circuito hidráulico se ha construido en tubería de PVC de 20 mm de diámetro salvo por la conexión entre caudalímetro e inyector en la que se ha usado tubería flexible del mismo calibre. El sistema de control y la interfaz gráfica de usuario son los encargados de actuar sobre la turbina y monitorizar las variables de operación, respectivamente. Concretamente, el sistema de control diseñado ex profeso para este dispositivo, es el encargado de aplicar el par resistente al motor eléctrico. Mediante la interfaz de usuario se puede medir la velocidad de rotación de la maqueta y de esta manera podemos determinar la potencia mecánica generada por la misma,y con ella el rendimiento de operación.



(a) (b)

(c) (d)

Figura 2: (a), (b) Equipo de ensayo para turbinas Pelton construido. (c) Detalle chavetero hexagonal para transmisión de potencia. (d) Turbina acoplada a eje con rodamiento.

4. Tipos de experimentos

Se describen en esta sección los diferentes tipos de experimentos de partida que se pueden realizar con la equipo construido. Los experimentos seleccionados cubren el conocimiento básico práctico relacionado con la operación de una turbina Pelton para cumplir el primero objetivo del equipo. Sin embargo, lejos de ser un conjunto cerrado, la flexibilidad de la maqueta trata de suponer un estímulo para la planificación de nuevos experimentos.

4.1. Experimento 1: Relación entre la velocidad de la turbina y la presión. Obtención de C_V.

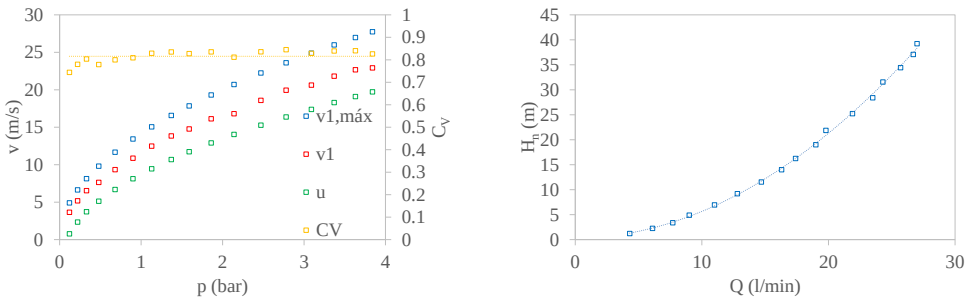
El objetivo de este experimento es observar la conversión de energía en la turbina y las pérdidas en los distintos elementos. Asimismo, los datos medidos permiten también caracterizar las pérdidas del elemento inyector (C_V y $H_{L,iny}$). Para llevar a cabo este experimento, se operará la maqueta sin ningún tipo de actuación del freno (giro libre) y manteniendo el inyector en posición fija (si se ensaya completamente abierto se asegura que la presencia de aire en la sección de salida como consecuencia de la acción del punzón es despreciable). La potencia hidráulica para observar la conversión de energía se modificará a través de la velocidad de giro del variador. Nótese que en este caso no ha de fijarse ninguna consigna de presión de manera que tanto presion como caudal cambiarán. La secuencia propuesta para llevar a cabo el experimento es la siguiente:

1. Fijar el par resistente en un valor nulo (giro libre de la turbina) y abrir al máximo el inyector.
2. Accionar la bomba al 100% de capacidad (máxima presión de operación permitida en el variador de frecuencia). Tomar lectura de la presión y el caudal de operación y la velocidad de giro de la turbina (ver Tabla 1).
3. Modificar el punto de trabajo de la bomba a través del variador. Se puede considerar que la curva es representativa cuando se miden un total de 5-6 puntos. Debido a las características de la instalación y del variador (intervalos de presión de 0,5 bar), se pueden obtener 6 medidas.
4. Repetir paso 3 las veces que sea necesario hasta obtener la curva o cuando la velocidad de rotación de la turbina sea nula.

La representación gráfica de los resultados obtenidos del experimento 1 se muestran en la Figura 3. Si se desea, también se puede representar la variación de la presión (H_n, Ecuación (5)) frente al caudal para obtener la característica de la turbina a salto variable.

Tabla 1:Tabla referencia para experimento 1. Las casilas sombreadas corresponden con los valores medidos.

Variable **Unidad**	**p** **(bar)**	**Q** **(l/min)**	**n** **(rpm)**	**$v_{1,máx}$** **(m/s)**	**v_1** **(m/s)**	**u** **(m/s)**	**C_V** **(-)**
Ecuación				(2)	(6)	(= ΩD/2)	(5)
Experimentos							



(a) (b)

Figura 3: (a) Variación velocidades características frente a caudal. Obtención coeficiente C_V. (b) Característica de la turbina a salto variable.

4.2. Experimento 2: Regulación potencia mediante estrangulación con inyector.

En este experimento se modifica la potencia extraída por la turbina a partir de la estrangulación del flujo mediante el órgano inyector. Dicha variación se representa a través del caudal frente a la velocidad de rotación de la máquina. Para llevar a cabo experimento, se operará la maqueta sin ningún tipo de actuación del freno (giro libre) y modificando progresivamente la posición del inyector. Se fijará la presión a la entrada del inyector para simular las condiciones de salto constante. La secuencia propuesta para llevar a cabo el experimento es la siguiente:

1. Abrir al máximo la sección de salida del inyector y accionar la bomba al fijando una consigna de presión.
2. Fijar el par resistente en un valor nulo (giro libre de la turbina) e ir modificando la apertura del inyector hasta que éste se encuentre totalmente cerrado. Tomar lectura de la presión, el caudal, la velocidad de

giro de la turbina y el par (ver Tabla 2). Se puede considerar que la curva es representativa cuando se miden un total de 5-6 puntos.

Tabla 2:Tabla referencia para experimento 2. Las casilas sombreadas corresponden con los valores medidos.

Variable Unidad	p (bar)	Q (l/min)	n (rpm)
Experimentos			

La representación gráfica de los resultados obtenidos del experimento 2 se muestran en la Figura 4. Aquí se observa el rápido incremento de las pérdidas para bajos caudales debido al estrangulamiento en el inyector y a la desviación del chorro en las cucharas para caudales alejados del de diseño. Este experimento podría repetirse para diferentes valores de par resistente en la maqueta, permitiendo obtener las curvas características a salto constante para diferentes aperturas relativas del inyector, Hernández Krahe [3].

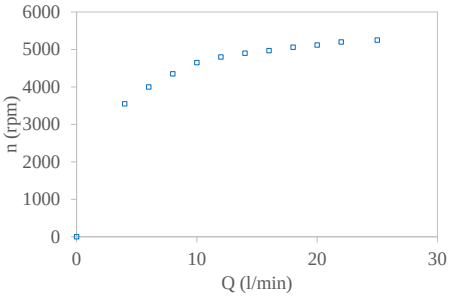


Figura 4: Variación de la velocidad de rotación con el caudal a partir de estragulamiento con inyector.

4.3. Experimento 3:Obtención de la característica de la turbina a salto constante.

El objetivo de este experimento es determinar la característica de la turbina a salto constante. Para llevar a cabo experimento, se operará la misma aplicando un par resistente progresivo desde el giro libre hasta que se frene, manteniendo el inyector en posición fija, preferiblemente totalmente abierto. Se fijará la presión a la entrada del inyector y se realizarán los ensayos para difrerentes valores de este parámetro. La secuencia propuesta para llevar a cabo el experimento es la siguiente:

1. Abrir al máximo la sección de salida del inyector y accionar la bomba fijando una consigna de presión.
2. Fijar el par resistente en un valor nulo (giro libre de la turbina) e ir modificando éste a través del sistema de control hasta que la turbina prácticamente se detenga. Tomar lectura de la presión, el caudal, la velocidad de giro de la turbina y el par (Tabla 3). Se puede considerar que la curva es representativa cuando se miden un total de 5-6 puntos para cada pareja de valores de p y Q.
3. Repetir pasos 2, 3 y 4 las veces que sea necesario hasta obtener las series de datos deseadas. Se recomienda realizar experimentos para al menos 4 consignas de presión. Si se considera oportuno, puede añadirse a una de las series anteriores una nueva curva con un caudal distinto al correspondiente a inyector abierto para una consigna de presión.

Tabla 3:Tabla referencia para experimento 3. Las casilas sombreadas corresponden con los valores medidos. Si bien se muestran únicamente 3 medidas para cada consigna de presión, se recomiendan al menos 5-6.

Variable Unidad	p (bar)	Q (l/min)	n (rpm)	M (Ncm)	$\dot{W}_n$ (W)	$\dot{W}_{eie}$ (W)	η (-)
Ecuación					(3)	(4)	(4)
Experimentos							

La representación gráfica de los resultados obtenidos del experimento 1 se muestran en la Figura 5. Aquí se observa la tendencia lineal del par así como la tendencia cuadrática de la potencia y la eficiencia frente a la velocidad de rotación.

4.4. Experimento 4: Obtención de la curva característica a salto y velocidad constantes.

El objetivo de este experimento es determinar la característica de la turbina a salto y velocidad de giro constantes. Se trata por tanto de experimentar con la turbina en condiciones reales de operación. En la práctica, el salto viene definido por la altura del almacenamiento de agua mientras que la velocidad de giro viene

impuesta por la frecuencia de la red y el número de pares del polos del alternador síncrono al cual se encuentra conectado el eje de la turbina para poder inyectar la energía en la red. Así pues, se trata de determinar el punto de funcionamiento óptimo de la máquina. Para llevar a cabo este experimento, se operará la maqueta fijando la presión a la entrada del inyector mediante el variador de frecuencia manteniendo el inyector en posición fija, preferiblemente totalmente abierto. A continuación, deberá seleccionarse (de manera prácticamente manual) una velocidad de rotación correspondiente a la mitad de la máxima para dicha presión de trabajo. La justificación de esta decisión se deriva del hecho que el punto de operación óptimo se obtiene para la relación $u/v_1 = 1/2$ (Viedma y Zamora [2], Hernández Krahe [3]), tal y como se puede observar en la Figura 5. Para ello, deberá modificar el par resistente sobre la turbina. Por ejemplo, de acuerdo a la Figura 5, si para la presión de 1 bar la velocidad de rotación máxima es de 2500 rpm, habrá que fijar n = 1250 rpm aplicando aproximadamente un par resistente de 7 N cm. En dicho punto se calcularán las potencias mecánica e hidráulica y por consiguiente el rendimiento. La secuencia propuesta para llevar a cabo el experimento es la siguiente:

1. Abrir al máximo la sección de salida del inyector y accionar la bomba al fijando una consigna de presión.
2. Fijar el par resistente en un valor que cumpla aproximadamente la relación $u/v_1 = 1/2$. Tomar lectura de la presión, el caudal, la velocidad de giro de la turbina y el par (Tabla 4).
3. Modificar la posición relativa de la aguja y el inyector para modificar el caudal. Adecuar el par resistente hasta que la velocidad de giro sea la determinada en el paso 3 y tomar lecturas. Se puede considerar que la curva es representativa cuando se miden un total de 5-6 puntos.

Tabla 4:Tabla referencia para experimento 4. Las casilas sombreadas corresponden con los valores medidos.

Variable **Unidad**	**p** **(bar)**	**n** **(rpm)**	**Q** **(l/min)**	**M** **(Ncm)**	$\dot{W}_n$ **(W)**	$\dot{W}_{eje}$ **(W)**	**η** **(-)**
Ecuación					(3)	(4)	(4)
Experimentos							

La representación gráfica de los resultados obtenidos del experimento 4 se muestran en la Figura 6. Aquí se observa que el rendimiento es constante para las condiciones de operación determinadas (Figura 6 (a), p = 3 bar y n = 2300 rpm) y un amplio rango de potencias generadas, viéndose especialmente afectado para valores bajos de caudal. La Figura 6 (b) muestra los rangos de trabajo óptimos de la turbina a través del rendimiento normalizado (cociente entre el rendimiento obtenido y el máximo para las condiciones de operación establecidas). En este caso se podría trabajar con potencias de salida comprendidas en el rango 30-70 W sin pérdida apreciable de eficiencia.

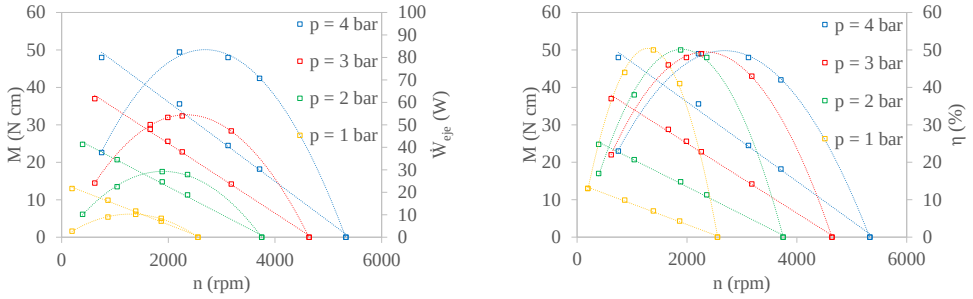


Figura 5: Característica de la turbina a salto constante. (a) Par y potencia mecánica extraída frente a velocidad de giro. (b) Par y rendimiento frente a velocidad de giro.

5. Características de la competición

Se describen en esta sección las condiciones impuestas por los docentes para el competitive learning planteado como segundo objetivo del equipo. Las premisas de diseño comunes a todos los grupos de estudiantes son las condiciones de salto hidráulico (potencia disponible) y dimensiones de la turbina. Todas las maquetas se fabrican en PLA mediante impresora 3D disponible en el departamento y a partir del diseño que los estudiantes generan en un entorno CAD (exportado a la impresora en formato *.stl*). Las especificaciones básicas para poder ser ensayada dentro del equipo de medida son unas dimensiones (diámetro x anchura) de 7 x 3 cm. Asimismo debe preverse un chavetero de forma hexagonal en el cubo de la maqueta para la transmisión de potencia al eje (Figura 2 (c)). El diseño de las cucharas (número e inclinación de las mismas, ángulo de salida de los álabes, etc)

se deja para que el estudiante trabaje con cierta libertad en su prototipo. Para ello, se les remite a la ecuación de Euler aplicada a turbomaquinaria vista en teoría (Viedma y Zamora [2], Hernández Krahe [3]) donde se indican los parámetros de cálculo y las condiciones de diseño de cucharas. Una vez diseñado y fabricado, la maqueta se ensaya en el equipo con el procedimiento descrito en el experimento 3 y se obtiene la potencia máxima obtenida por la turbina para el salto hidráulico de partida. Aquella que genere una mayor potencia tendrá por definición un mayor rendimiento. En caso de un hipotético empate, la realización del experimento 4 permitirá determinar qué diseño es más favorable para las condiciones dadas.

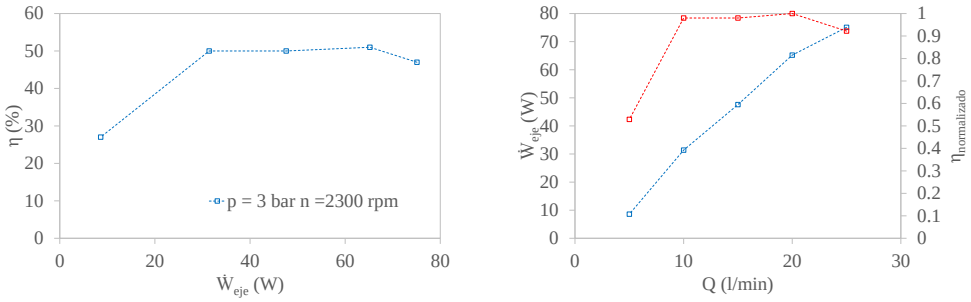


Figura 6: Característica de la turbina a salto y velocidad de rotación constantes. (a) Rendimiento frente a potencia mecánica extraída. (b) Potencia mecánica extraída y rendimiento normalizado frente a caudal.

6. Conclusiones

La escasez de material didáctico de laboratorio en algunas asignaturas de titulaciones del ámbito industrial supone una problemática a la hora de asimilar conceptos en ocasiones tan abstractos como los asociados a la mecánica de fluidos aplicada a la ingeniería hidráulica. Con el doble objetivo de cubrir esta necesidad por un lado, y la de adaptar la enseñanza al titulado del siglo XXI por el otro, se describen en este trabajo las características del equipo de laboratorio para el ensayo de turbinas hidráulicas de acción (Pelton) que se ha construido. Con este equipo, los estudiantes podrán experimentar esta clase de máquinas hidráulicas además de diseñar su propio rodete y ensayarlo en el equipo. De esta manera se incluye en el sistema de evaluación una nueva actividad basada en el aprendizaje por competición (competitive learning), donde los estudiantes son partícipes del proceso ingenieril completo, que implica el diseño, la construcción (impresión de maqueta mediante impresora 3D), el ensayo y el análisis. La actividad de innovación sufrirá un proceso de implantación gradual en las asignaturas vinculadas, pasando de una actividad voluntaria durante el presente curso académico (2015/2016) a una tercera vía de evaluación sumada a las dos existentes durante cursos posteriores. En función de la aceptación y del número de matriculados en las asignaturas, la actividad de innovación podrá formar parte obligatoria de la evaluación de las asignaturas. Las pruebas piloto realizadas con grupos reducidos de estudiantes de los grados de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica de la Universidad Miguel Hernández muestran mejoras prometedoras en el proceso de aprendizaje. Sin embargo, dada la reciente implantación de la metodología de evaluación, no se dispone de indicadores fiables que permitan cuantificar dicha mejora.

7. Referencias

[1] Y. González, M. Oliveros, J. Guzmán. Estrategia para la enseñanza de ingeniería de medición, Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria, 7, 2, (2014), 102-116.

[2] A. Viedma y B. Zamora. Teoría y problemas de máquinas hidráulicas, Ed. Horacio Escarbajal, 2008. ISBN: 978-84-932965-2-0.

[3] J.M. Hernández Krahe. Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas, Servicio de publicaciones de la UNED, 2005. ISBN: 84-362-3201-1.

8. Agradecimientos

Los autores quieren agradecer la al Vicerrectorado de Investigación e Innovación de la Universidad Miguel Hernández de Elche por la financiación recibida a través de la concesión del proyecto con referencia INNOVA+UMH-INNOVA2015/13 solicitado en la convocatoria INNOVA+2015. Asimismo, citar a J.Cortés y E. Sánchez por su colaboración desinteresada en las tareas construcción.

ÍNDICE DE AUTORES

Cañabate López, A.J. .....
Capdepon Carvajal, E. .....
Capdevila Morris, J. .....
Capela Fortunas Teixeira, S.F. .....
Carabias, E. .....
Carballeira, J. .....
Cardín-Catalán, D. .....
Cardona Foix, S. .....
Carmona Loeches, P. .....
Carvalho Ferreira, V.A. .....
Casado Muñoz, M. .....
Casas Villalba, E. .....
Castejón Sisamón, C. .....
Castillo Aguilar, J.J. .....
Castillo Añazco, B. .....
Castro García, M. .....
Castro Ruiz, F. .....
Català Calderon, P. .....
Catalán Martínez, J. .....
Cavas Martínez, F. .....
Ceccarelli, M. .....
Celdrán Cáceres, A. .....
Celi Ortega, S. .....
Chacón Tanarro, E. .....
Chacón, E. .....
Chacón, J.L. .....
Chicharro Higuera, J.M. .....
Christopher, C.J. .....
Cifuentes Bulté, H. .....
Clar García, D. .....
Clavijo Jiménez, M. .....
Clos, D. .....
Clot Razquín, A. .....
Collazo Rodríguez, J. .....
Corbera Caraballo, S. .....
Córdoba Nieto, E. .....
Coria Martínez, I. .....
Corral Abad, E. .....
Corral Saiz, J. .....
Crespí Llorens, D. .....
Cruz Cruz, J. .....
Cruz-Peragón, F. .....
Cuadrado Hernández, A. .....
Cuadrado Iglesias, J.I. .....
Cuadrado Sempere, O. .....
Cuadrado, J. .....
Cuenca Muñoz, J. .....
Cuetos Megido, J.M. .....
de Andres, J.R. .....
De Blas Romero, A. .....
De Castilla Hernández, M. .....
de Juan de Luna, A.M. .....
De la Flor López, S. .....
De la Flor, S. .....
de la Guerra Ochoa, E. .....
de Loma-Ossorio García, M. .....
Debut, V. .....
del Castillo Zas, M.L. .....
Delgado Plaza, E. .....
Delgado, E. .....
Denia, F.D. .....
Di Gialleonardo, E. .....
Díaz Garrido, F. .....
Díaz Garrido, F.A. .....
Díaz Lantada, A. .....
Díaz López, V. .....
Díaz, V. .....
Díaz-Álvarez, J. .....
Díaz-Pérez, L.C. .....
Díaz-Salgado, J. .....
Diez Sánchez, M. .....
Díez Valero, R. .....
Díez, N. .....
Diez-Ibarbia, A. .....
Doblaré Castellano, M. .....
Domínguez Somonte, M. .....
Dopico Dopico, D. .....
Dorado-Vicente, R. .....
Durazno Palacio, G. .....
Ealo Muñoz, J.A. .....
Echávarri Otero, J. .....
Echavarri, J. .....
Escalona, J.L. .....
Escudero García, R. .....
Esnal Lorenzo, J. .....
Espantaleón Ruiz, M. .....
Espejo Baena, A. .....
Espejo Reina, A. .....
Espinosa Escudero, M.M. .....
Espinosa Pruna, F. .....
Esteve Pérez, J.A. .....
Esteves Silva, A.M. .....
Estrems Amestoy, M. .....
Etxezarreta Larrañaga, A. .....
Ezquerro Juanco, F. .....
Fabregat-Sanjuan, A. .....
Feijoo García, F. .....
Felipe Sesé, L. .....
Fernandes Rodrigues, M.H. .....
Fernandes Teixeira, J.C. .....
Fernández de Bustos, I. .....
Fernández del Rincón, A. .....
Fernández Francos, X. .....
Fernández Rodríguez, M.R. .....
Fernández Zapico, G. .....
Fernández-Abia, A.I. .....
Fernández-Cañavate, F.J. .....
Fernández-Pacheco, D.G. .....

Fernández-Valdivielso, A. .....
Ferrando Piera, F. .....
Ferrando, F. .....
Ferrer-Martí, L. .....
Flórez Solano, E. .....
Font-Llagunes, J.M. .....
Francisco Ortiz, O. .....
Fuenmayor, F.J. .....
Fuentes Aznar, A. .....
Gallardo Hernández, E.A. .....
Gallego, I. .....
Gámez López, A.J. .....
Gaona Roman, A. .....
Garcés Martín, G. .....
García Álvarez, A. .....
García Bellido, E. .....
García Benítez, A.M. .....
García Carrascal, P. .....
García Carrero, J. .....
García Cutillas, C. .....
García del Pino, F. .....
García Domínguez, A.B. .....
García Fernández, P. .....
García García, J. .....
García Gómez, W. .....
García Hernández, A. .....
García León, R.A. .....
García Marina, V. .....
García Martínez, A. .....
García Prada, J.C. .....
García Sanz-Calcedo, J. .....
García Vacas, F. .....
García-Barrachina, L. .....
García-Berrocal Sánchez, A. .....
García-Espinosa, J. .....
García-Pozuelo Ramos, D. .....
García-Prada, J.C. .....
García-Sánchez, F. .....
Garitaonaindia Antsoategi, U. .....
Garitaonandia Areitio, I. .....
Garrosa Solana, M. .....
Gauchía Babé, A. .....
Gembe Huaroco, E. .....
Gil Aparicio, A. .....
Giménez Cánovas, D. .....
Giménez Fernández, A. .....
Giner Maravilla, E. .....
Giner-Navarro, J. .....
Godínez Salcedo, J.G. .....
Godino Fernández, L. .....
Gómez Amador, A.M. .....
Gómez Bravo, A. .....
Gómez Casado, O. .....
Gómez de León Hijes, F.C. .....
Gómez García, M.J. .....
Gómez Gil, F.J. .....
Gómez Gil, J. .....
Gómez Gras, G. .....
Gomez, S. .....
Gómez-Elvira López, V. .....
Gonçalves Carneiro, A.F. .....
González Barrio, H. .....
González Gaya, C. .....
González González, A. .....
González Palma, R. .....
González Pérez, I. .....
González Rodríguez, R. .....
González Rueda, J. .....
Gonzalez, R. .....
González, R. .....
González-Rojas, H.A. .....
Gracia Ibáñez, V. .....
Gregori, S. .....
Guerra Fernández, A.J. .....
Guerrero-Villar, F. .....
Guimaraes, C. .....
Gutiérrez Moizant, R. .....
Gutiérrez-Romero, J.E. .....
Habib, K.A. .....
Hameed, S. .....
Heras Miguel, I. .....
Hernández Alonso, P. .....
Hernández Frías, A. .....
Hernández Gómez, O. .....
Hernández-Battez, A.E. .....
HernándezVazquez, J.M. .....
Hernando Arriandiaga, I. .....
Herrera, J.M. .....
Huerta-Chávez, O. .....
Ibán Lorenzana, N. .....
Ibarreche Mendía, J.I. .....
Iglesias Santamaría, M. .....
Iserte Vilar, J.L. .....
Islán Marcos, M. .....
Ito Gonzales, T. .....
Iturbe Zabalo, E. .....
Ivorra Chorro, S. .....
Izquierdo, M. .....
James, M.N. .....
Jarque Bou, N. .....
Jerez Mesa, R. .....
Jiménez Alonso, F. .....
Jiménez Pacheco, R. .....
Jiménez Zabaleta, A. .....
Jordi Nebot, L. .....
Káiser, A.S. .....
Kalengayi Tshilumbu, Z. .....
Lamikiz Mentxaka, A. .....

Lamikiz, A. .....
Larraínzar Garijo, R. .....
Larrañaga Amilibia, J. .....
Larrañaga Varga, A. .....
Larrañaga, J. .....
Leal Cano, D. .....
León García, O. .....
León Rodríguez, F. .....
Lešnik, L. .....
Llumà Fuentes, J. .....
López Alba, E. .....
López Béjar, J. .....
López Boada, B. .....
López Boada, M.J. .....
López de Lacalle Marcaide, L.N. .....
López de Lacalle, L.N. .....
López Garcia, R. .....
López García, R. .....
López Gayarre, F. .....
López Lago, M. .....
Lopez Martinez, J.A. .....
López Núñez, J. .....
López Ugarte, C. .....
López Varona, E. .....
López, J.J. .....
López-Colina Pérez, C. .....
López-Martínez, J. .....
Lorente Pedreille, R.M. .....
Lorenzana Ibán, A. .....
Lorenzo, V. .....
Loro Díaz, D. .....
Losa Iglesias, M.E. .....
Loya Lorenzo, J.A. .....
Lozano García, M. .....
Lozano Ruiz, J.A. .....
Lucas Miralles, M. .....
Lucas, M. .....
Lugrís, U. .....
Luna Buendía, J.M. .....
Macho Mier, E. .....
Maeso Fortuny, O. .....
Magdaleno González, Á. .....
Marco Esteban, M. .....
Marco Lozano, S.M. .....
Marcos de la Fuente, I. .....
Marcos, M. .....
Marín López, J.M. .....
Marín Rueda, J.R. .....
Martel Fuentes, O. .....
Marti-Bonmati, L. .....
Martín Beato, J. .....
Martínez Arriero, Z. .....
Martínez Beau, M. .....
Martínez Beltrán, P.J. .....
Martínez Castillo, J.C. .....
Martínez de la Concha, A. .....
Martínez Díaz, M. .....
Martínez Gala, F. .....
Martínez García, F. .....
Martínez Gracia, M.J. .....
Martínez Ibáñez, P. .....
Martínez Legaz, J. .....
Martínez Martínez, A. .....
Martínez Muneta, M.L. .....
Martínez Pastor, C. .....
Martínez Rodríguez, S. .....
Martínez Sáez, L. .....
Martinez Seijas, P. .....
Martínez, P. .....
Martínez, P.J. .....
Martinez, S. .....
Martínez-Casas, J. .....
Martínez-Sanchis, S. .....
Mayo Núñez, J. .....
Medina Encina, F. .....
Medina Sánchez, G. .....
MedinaFerro, R. .....
Meléndez Pastor, C. .....
Mendoza Nuñez, M.A. .....
Mendoza Petit, M. .....
Meneses Alonso, J. .....
Mestre Vicent, S. .....
Mielgo, R. .....
Miguélez Garrido, H. .....
Miguélez Garrido, M.H. .....
Miguélez, M.H. .....
Molina Viedma, A.J. .....
Monserrat, C. .....
Montalvo Martín, C. .....
Monzón del Olmo, S. .....
Mora Santos, C.A. .....
Mora, M.C. .....
Morales Robredo, A.L. .....
Moreno Bellido, F. .....
Moreno Ríos, M. .....
Moreno Sánchez, D. .....
Munuera Saura, G. .....
Muñoz Guijosa, J.M. .....
Muñoz Rubio, A. .....
Muñoz Sanz, J.L. .....
Muñoz Vallejo, D. .....
Muñoz, J.M. .....
Muñoz, S. .....
Muñoz, V. .....
Muñoz-Abella, B. .....
Muñoz-Gordo, D. .....
Nadal, E. .....
Nápoles Alberro, A. .....

Naranjo Hernández, J.E. .....
Narváez Benjumea, G. .....
Narváez Muñoz, C. .....
Navarro Arcas, A.R. .....
Navarro Leyva, Z.E. .....
Navarro Menargues, M. .....
Naya Villaverde, M.Á. .....
Nieto Martínez, J. .....
Nieto Quijorna, A.J. .....
Nieto Sevilla, I.A. .....
Nivelo Cepeda, K. .....
Nuere Menéndez, S. .....
Ojea Delgado, F. .....
Ojeda Granja, J. .....
Olabarrieta, A. .....
Olaskoaga Fernández, I. .....
Olazagoitia Rodríguez, J.L. .....
Oliveros Colay, M.J. .....
Olmeda Santamaría, E. .....
Ontiveros Zepeda, S. .....
Ordóñez Sarmiento, J. .....
Oregui Echeverria-Berreyarza, M. ....
Orozco Murillo, W. .....
Ortelles, P. .....
Ortiz Marqués, A. .....
Ortiz Prado, A. .....
Ortiz-Cil, C.E. .....
Ortiz-Landazuri Suárez, I. .....
Oviedo Fierro, F.H. .....
Oyanguren, A. .....
Padrón Hernández, L.A. .....
Páez Ayuso, F.J. .....
Pallarés Santasmartas, L. .....
Palma, E. .....
Palomares Novalbos, E. .....
Pàmies-Vilà, R. .....
Parejo, F. .....
Parras Burgos, D. .....
Parras-Burgos, D. .....
Parrón Rubio, M.E. .....
Parrón Vera, M.A. .....
Pascual Huerta, J. .....
Pastor Sánchez Figueredo, R. .....
Patterson, E.A. .....
Payá Castelló, L. .....
Peláez Bravo, R. .....
Peláez Vara, J. .....
Peña Pitarch, E. .....
Peñaranda Carrillo, M. .....
Peralta Jaramillo, J. .....
Peralta, J. .....
Pereira, O. .....
Pérez de Ciriza Gárriz, V. .....
Pérez García, F. .....
Pérez González, A. .....
Pérez Muñoz, P. .....
Pérez Rodríguez, R. .....
Pérez Rojas, E. .....
Pérez-Blanca Cobos, A. .....
Pérez-González, A. .....
Pérez-Mallada, N. .....
Petuya Arcocha, V. .....
Pineda Becerril, M. .....
Pintado Sanjuán, P. .....
Pinto Cámara, C. .....
Pintor Borobia, J.M. .....
Plana García, V. .....
Plaza Puértolas, A. .....
Polvorosa, R. .....
Pombo Rodilla, I. .....
Poncela Méndez, A.V. .....
Postigo Pozo, S. .....
Pozhilova, N. .....
Pozo Álvarez, A. .....
Prado Nóvoa, M. .....
Preziati, S. .....
Prieto Velasco, R. .....
Pueo Arteta, M. .....
Puig-Ortiz, J. .....
Pulido Pulido, P. .....
Quesada, A. .....
Quintero Rodas, A. .....
Ramírez Berasategui, M. .....
Ramírez Mendoza, I. .....
Ramiro Redondo, C. .....
Ramos Romero, D. .....
Restrepo Ardila, D. .....
Riba-Romeva, C. .....
Riofrío, A. .....
Ríos Jiménez, J.D. .....
Rivera Hoyos, J. .....
Roda Casanova, V. .....
Roda Sales, A. .....
Ródenas, J.J. .....
Rodríguez Cervantes, P.J. .....
Rodríguez Millán, M. .....
Rodríguez Nuevo, J.M. .....
Rodríguez Salgado, D. .....
Rodríguez Suárez, J. .....
Rodríguez, A. .....
Rodríguez, A. .....
Rodríguez-Tembleque, L. .....
Roldán Paraponiaris, C. .....
Romero Maya, A. .....
Romero Sánchez, F. .....
Romero, F. .....
Romeu Garbí, J. .....
Rossy Chaves, R. .....

Rubert, C. .....
Rubio Alonso, H. .....
Rubio Cintas, M.D. .....
Rubio Díaz, I. .....
Rubio Herrero, P. .....
Rubio Ruiz de Aguirre, L. .....
Ruiz Calvo, J. .....
Ruiz González, R. .....
Ruiz Ramirez, J. .....
Ruiz Salas, J.E. .....
Ruiz, J. .....
Rupérez, M.J. .....
Sáenz Nuño, M.A. .....
Sáez Blázquez, R. .....
Sáez, A. .....
Salazar Hincapie, A. .....
Salvadó Rovira, J. .....
San Martín-Quintanilla, J.J. .....
San Román García, J.L. .....
Sanchenz-Taronger, J.J. .....
Sánchez Egea, A.J. .....
Sánchez Figueredo, R.P. .....
Sánchez Galíndez, J.A. .....
Sánchez Hernández, Y. .....
Sánchez López, A. .....
Sánchez Lozano, M. .....
Sánchez Marín, F. .....
Sánchez Pérez, F. .....
Sánchez Reinoso, H.T. .....
Sánchez Robles, J. .....
SánchezL. Sevilla, Y. .....
Sanchez-Marin, F. .....
Sanchis Sales, E. .....
Sancho Bru, J.L. .....
Sanjurjo Maroño, E. .....
Sans García, J. .....
Santiago Abraira, D. .....
Santolaria Mazo, J. .....
Santos Cuadros, S. .....
Saura Sanchez, M. .....
Saura Sánchez, M. .....
Sebastián Pérez, M.A. .....
Sedano De La Rosa, C. .....
Segade Robleda, A. .....
Segado Cabezos, P. .....
Senabre Blanes, C. .....
Serrano López, M.A. .....
Serrano Mira, J. .....
Serrano, J. .....
Sevilla Hurtado, L. .....
Siegmann, P. .....
Sierra Pallares, J. .....
Silva, P.J. .....
Simón Mata, A. .....
Sinigaglia, E. .....
Soriano Heras, E. .....
Sosa, I. .....
Sospedra, B. .....
Susarrey Huerta, O. .....
Tarazona Caudet, C. .....
Tayupanta Mena, E. .....
Teruel Ruano, D. .....
Theodossiades, S. .....
Ticó Falguera, N. .....
Tipanluisa Sarchi, L. .....
Tornell Barbosa, M. .....
Torralba, M. .....
Torres San Miguel, C.R. .....
Torres-Jiménez, E. .....
Travesí Ansón, J. .....
Travieso Rodríguez, J.A. .....
Trujillo Vilches, F.J. .....
Trujillo, F.J. .....
Tuckart, W.R. .....
Tumipamba Tituasán, C. .....
Tur, M. .....
Ukar Arrien, E. .....
Ulacia Garmendia, I. .....
Ulacia, I. .....
Urízar Arana, M. .....
Urkullu Martín, G. .....
Valencia Hernandez, C. .....
Valenzuela, M. .....
Valerga Puerta, A.P. .....
Valero Verdú, S. .....
Vallejo Matilla, J. .....
Valles Fernandez, B. .....
Valverde Conesa, A. .....
Valverde Martínez, A. .....
Vargas Melendez, L.J. .....
Varona Moya, F.B. .....
Vasconcelos Silva, J.P. .....
Vasco-Olmo, J.M. .....
Vázquez Rodríguez, N. .....
Velasco Peña, M. .....
Velasco Sánchez, E. .....
Velázquez Sancho, J. .....
Venegas Vásconez, D. .....
Vergara Monedero, M. .....
Vergara, M. .....
Viadero Rueda, F. .....
Viaña Pérez, A.J. .....
Vicéns Moltó, J.L. .....
Viedma, A. .....
Viedma, M. .....
Viesca, J.L. .....
Vila Pastor, C. .....
Vila, C. .....