

CUIEET

Gijón

Gijón,
25, 26 y 27 de
junio 2018

XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas

Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón

LIBRO DE ACTAS



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo



LIBRO DE ACTAS DEL
XXVI Congreso Universitario de Innovación Educativa
En las Enseñanzas Técnicas
25-27 de junio de 2018
Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón
UNIVERSIDAD DE OVIEDO

© Universidad de Oviedo, 2018

ISBN: 978-84-17445-02-7

DL: AS 1893-2018

La importancia de las empresas como patrocinadores de los laboratorios de fabricación (Fab Labs)	1
La formación dual universitaria en el Grado en Ingeniería en Automoción de la IUE-EUI de Vitoria-Gasteiz. Requisitos de calidad	12
Prácticas formativas en la UPV: objetivo estratégico	24
Elaboración de <i>audioslides</i> para apoyo a la enseñanza en inglés en los grados bilingües	36
<i>Effect of Industry 4.0 on education systems: an outlook</i>	43
Uso de simuladores y herramientas de programación para facilitar la comprensión de la operación de los sistemas eléctricos	55
Aplicación de ejercicios resueltos de ingeniería del terreno con recursos de acceso libre para teléfonos móviles y tabletas electrónicas	67
<i>Proposal to determine learning styles in the classroom</i>	77
La soledad de los Millennials ricos en la EPI de Gijón	84
Mejora de la calidad de la formación postgraduada en ortodoncia de la Universidad de Oviedo	96
El plagio entre el alumnado universitario: un caso exploratorio	106
Competencias necesarias en el ejercicio de la profesión de Ingeniería Informática: experimento sobre la percepción de los estudiantes	116
El proyecto <i>Flying Challenge</i> , una experiencia de interconexión universidad-empresa utilizando mentoría entre iguales	127
Formación en ingeniería con la colaboración activa del entorno universitario	134
“Emprende en verde”. Proyecto de innovación docente de fomento del emprendimiento en el ámbito de las Ingenierías Agrarias	146
Competencia transversal de trabajo en equipo: evaluación en las enseñanzas técnicas	158
<i>Introducing sustainability in a software engineering curriculum through requirements engineering</i>	167

Índice de ponencias

Percepción de las competencias transversales de los alumnos con docencia en el área de producción vegetal	176
Experiencia de aprendizaje basado en proyectos con alumnos Erasmus	186
Elaboración de un juego de mesa para la adquisición de habilidades directivas en logística	198
Proyecto IMAI - innovación en la materia de acondicionamiento e instalaciones. Plan BIM	210
<i>BIM development of an industrial project in the context of a collaborative End of Degree Project</i>	221
Desarrollo de un sistema de detección de incendios mediante drones: un caso de aprendizaje basado en proyectos en el marco de un proyecto coordinado en un Máster Universitario en Ingeniería Informática	231
Algunas propuestas metodológicas para el aprendizaje de competencias matemáticas en ingeniería	243
Riesgos psicosociales del docente universitario	255
<i>Face2Face</i> una actividad para la orientación profesional	267
Trabajo fin de grado. Una visión crítica	276
Gamificaci en el aula: “ <i>Escape Room</i> ” en tutorías grupales	284
Una evolución natural hacia la aplicación del aprendizaje basado en diseños en las asignaturas de la mención de sistemas electrónicos del Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación. Una experiencia docente desde la EPI de Gijón	296
Propuesta para compartir escenarios docentes a través de <i>visual thinking</i> . Bases de la termografía, equipos electromédicos termo-gráficos y su aplicación en salud	308
EMC: aspectos prácticos en el ámbito docente	316
Habilidades sociales en la ingeniería	327
Aprendizaje orientado a proyectos integradores y perfeccionamiento del trabajo en equipo caso - Máster Erasmus Mundus en Ingeniería Mecatrónica	339

Tendencias en la innovación docente en enseñanzas técnicas: análisis y propuesta de mejoras para la asignatura Mecánica de Fluidos	349
Diseño y puesta en marcha de una práctica docente basada en recuperación de energía térmica mediante dispositivos termoeléctricos	361
Caso de estudio en el procedimiento de un grupo de estudiantes cuando se aplica Evaluación Formativa en diferentes materias de un Grado de Ingeniería	373
Visionado de vídeos como actividad formativa alternativa a los experimentos reales	385
Utilización de vídeos <i>screencast</i> para la mejora del aprendizaje de teoría de circuitos en grados de ingeniería	394
La invasión de los garbanzos	406
Evolución del sistema de gestión de prácticas eTUTOR entre los años 2010 y 2017	418
Implementación de juegos educativos en la enseñanza de química en los grados de ingeniería	430
Trabajando interactivamente con series de Fourier y trigonométricas	439
Aproximación de las inteligencias múltiples en ingeniería industrial hacia una ingeniería inteligente	450
Cooperando mayor satisfacción. Experiencias de dinámicas cooperativas en 1 ^{er} curso de ingeniería en el área de expresión gráfica.	461
Cognición a través de casos en el área de Acondicionamiento e Instalaciones de la E.T.S. de Arquitectura de Valladolid	473
Un instrumento para explorar las actitudes hacia la informática en estudiantes de matemáticas	482
La metodología <i>contest-based approach</i> en STEM: modelización de datos meteorológicos	493
Técnicas de gamificación en ingeniería electrónica	505
El reto del aprendizaje basado en proyectos para trabajar en competencias transversales. aplicación a asignaturas de electrónica en la ETSID de la UPV	521

Dibujo asistido por ordenador, sí, pero con conocimiento de geometría	534
Introduciendo la infraestructura verde y los sistemas de drenaje sostenible en los estudios de grado y postgrado en ingeniería	547
Aprendizaje colaborativo en Teoría de Estructuras	559
Modelo de evaluación y seguimiento de los trabajos fin de grado (TFG) y trabajos fin de máster (TFM) tutorizados en el área de Ingeniería de los Procesos de Fabricación	567
El Taller de Diseño como núcleo de innovación docente y eje de adquisición de competencias en la formación del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos	579
Diseño y evaluación de un laboratorio virtual para visualizar en 3D el gradiente y la derivada direccional en un campo escalar bidimensional	588
La ludificación como herramienta de motivación en la asignatura bilingüe <i>Waves and Electromagnetism</i>	600
Gamificación en la impartición de Cálculo de Estructuras	612
Análisis de las actitudes visuales y verbales de alumnos noveles de Grado de Ingeniería en la Universidad Politécnica de Cartagena	621
Diseño curricular del Programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín, Colombia	633
Evaluación significativa de prácticas de laboratorio: portfolios <i>versus</i> prueba final objetiva	644
Introducción de la Cultura Científica en Grados de Ingeniería	658
Detección de errores conceptuales en Matemáticas de los alumnos del grado en Ingeniería Informática del Software en su primer año de carrera.	665
Rúbrica de evaluación en un laboratorio de Ingeniería Química	676
Factores explicativos de la elección de grados en el área agroalimentaria	686
Diseño de una actividad para el desarrollo y evaluación de competencias transversales en el ámbito de la Teoría de Máquinas y Mecanismos	696

Necesitamos “engineers”. Programa para el desarrollo de las competencias de una ingeniera	708
Estudio de la Implantación de Competencias dentro del marco europeo: revisión prospectiva en las enseñanzas técnicas de la Universidad de Oviedo	718
Sostenibilidad e Ingeniería Industrial: estrategias para integrar la ética en los programas de formación	730
Una experiencia en proyectos europeos de ambito educativo	743
Modelos didácticos de Goma-EVA para visualizar conceptos y detalles en la enseñanza de estructuras metálicas	750
<i>Introduction to the Fluid Dynamics of Biological Flows. Innovation project using the CFD simulation of the lung air flow.</i>	762
Aprendizaje activo y cooperativo en el Area de Informática Industrial	772
Aprender en el contexto de la empresa	784
Valoración por las empresas de las competencias en las prácticas realizadas por alumnos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	792
Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: Aula Universitaria de Arquitectura	804
Nuevas técnicas metodologías para el fomento de habilidades transversales y transferencia del conocimiento en universitarios	815
Formación en competencias socialmente responsables en la Universidad de Oviedo	823
Competencias transversales en la asignatura Tecnología Medioambiental	833
Actividad sobre la competencia emprendedora introduciendo <i>Lean Startup</i> en un grado de ingeniería	842
Evaluación de la competencia transversal ‘Comunicación Efectiva’ mediante presentaciones en vídeo	854
Dinamización del aprendizaje de VHDL a través del aprendizaje basado en proyectos en una asignatura de máster	863
Proyecto Solar-F. Desarrollo de un prototipo de seguidor solar	875

Definición de tareas de aprendizaje basado en proyecto colaborativo para Ingeniería Mecatrónica	883
La investigación-acción participativa como herramienta de responsabilidad social universitaria	895
Implantación del Programa de Mentorías entre iguales MENTOR EPIGIJON	907
De Orienta a Mentor	919
Sello RIME de calidad de la función orientadora. Poniendo en valor la acción tutorial	931
Establecimiento de una relación productiva doctorando/supervisor: expectativas, roles y relación	943
Análisis de singularidades en transformaciones trifásicas, empleando una plataforma educativa para ingeniería	953
El cuadro de mandos como entorno educacional	961
DIBUTECH: plataforma web interactiva para la resolución de ejercicios gráficos en Ingeniería	975
Alumnos más participativos con el uso de herramientas de gamificación y colaboración	985
Utilización de prensa <i>online</i> , Campus Virtual y dispositivos móviles para el aprendizaje y aplicación de conceptos económico-empresariales en estudiantes de ingeniería	997
El rol de la práctica de campo en la clase inversa. Caso práctico sobre el diseño de productos para la <i>smartcity</i> en el contexto del Jardín del Túria	1008
Desarrollo de competencias transversales en ingeniería con el inglés como lengua vehicular y mejora de la participación con aprovechamiento en clase.	1019
Experiencia de desarrollo y evaluación de prácticas utilizando TIC	1031
Diseño e implementación de una herramienta de coordinación de los títulos que se imparten en la Escuela de Ingenierías Industriales	1042
<i>Framework for the analysis of students association' interests & voices</i>	1054

Mejora continua en el proceso de internacionalización de la ETS de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	1066
Calidad del empleo de la/os egresada/os de Arquitectura Técnica de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) en el período 2005-13: diferencias de género	1076
<i>Student's cognitive style towards innovation. A pilot study at ETSIDI-UPM</i>	1087
Optimización del proceso creativo en el aula: entrenamiento de la actitud creadora para reducir la complejidad multidimensional del pensamiento creativo en el equipo	1091
La formación específica en competencias transversales como contenido integrado en el plan docente	1096
Los alumnos deciden: Edublog de la asignatura Estadística	1102
La necesidad de la eficiencia energética en las infraestructuras universitarias	1106
<i>Learning by engineering: del Lean Manufacturing a la Industria 4.0</i>	1110
Prácticas de laboratorio avanzado en últimos cursos de grado	1114
Propuesta de actividad de aprendizaje colaborativo en una asignatura de máster universitario	1118
Mejora de la praxis docente mediante la inclusión de actividades para el desarrollo de las capacidades metacognitivas de los estudiantes	1122
Factores curriculares y evolución tecnológica que inciden en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales	1126
Ética y sostenibilidad: buscando hueco en los planes de estudios	1130
Descripción de una experiencia con el uso de las TICs basada en el uso de videos explicativos y cuestionarios para una mejor comprensión de las prácticas de Física de Ingeniería Industrial	1134
Banco de ensayos para instalaciones de autoconsumo fotovoltaico aisladas y/o conectadas a red	1144
Diseño de mini-videos y mini-audios esenciales para el seguimiento óptimo de las asignaturas y la prevención de su abandono	1148

Aplicación interactiva <i>online</i> para el aprendizaje del fenómeno del pandeo en elementos metálicos sometidos a compresión simple	1152
Evaluación continua, compartida y progresiva aplicada al Grado de Ingeniería. Caso de estudio	1157
Diseño e implantación sistemática de evocaciones y de evaluación por rúbricas en Ingeniería Gráfica por medio de herramientas TIC	1163
Asignaturas de nivelación en Master de Ingeniería Mecatrónica. Ejemplo de Electrónica	1171
La competencia de responsabilidad	1183
MediaLab: nueva formación tecnológica y humanística en la Universidad de Oviedo	1196
Mejora de la calidad de los TFG en grados de ingeniería	1200
Desarrollo de competencias profesionales en las prácticas de laboratorio/taller	1204
La enseñanza de Estadística Aplicada en el Grado de Ingeniería Forestal: para y por ingenieros	1214
La redacción de informes técnicos y periciales como formación transversal en ingeniería	1225
BEE A DOER – Emprendiendo y aprendiendo impresión 3D	1230
Propuesta de curso NOOC: Iniciación a la química para titulaciones de ingeniería	1237
<i>Two-Storey building model for testing some vibration mitigation devices</i>	1241
Plataforma Web para el entrenamiento de las presentaciones orales del Trabajo Fin de Grado (TFG)	1245
Aprendizaje competencial efectivo mediante las prácticas del laboratorio de las asignaturas del área de Mecánica de Fluidos de los estudios de Grado y Máster de Ingeniería Industrial de la Escuela de Ingeniería de Bilbao	1249
Fabricación y caracterización de materiales compuestos. <i>Composite Materials: manufacturing and characterization</i>	1256

Desarrollo de competencias transversales en grados de ingeniería industrial mediante metodologías activas de enseñanza-aprendizaje basadas en el <i>mentoring</i> y ABP	1264
Planificación de prácticas de laboratorio basadas en un amplificador de radiofrecuencia de bajo coste orientadas a la enseñanza de asignaturas de Electrónica de Comunicaciones	1276
Orientación universitaria de estudiantes de ingeniería. Plan de acción tutorial de la Escuela Politécnica superior de Jaén (PAT-EPSJ)	1280
Experiencia innovadora en “las ciencias de la naturaleza de educación infantil”	1284
Actividad práctica de diseño para la fabricación asistida con CATIA: Doblado de chapa metálica	1290
La investigación como parte del proceso educativo de la enseñanza superior	1294
Aprendizaje Orientado a Proyectos en el diseño de sistemas mecánicos	1298
Evaluación del déficit de atención en niños mediante el análisis de tiempos de respuesta	1302
Desarrollo de proyectos didácticos para adquirir competencias transversales	1308
Competencias genéricas percibidas por los alumnos con formación en producción vegetal	1312
Enseñanza grupal. Estudio por casos de empresas Valencianas	1318
Implicación del alumnado en el proceso de aprendizaje mediante Trabajos Fin de Grado/Máster en Ingeniería de Telecomunicación	1322
<i>An example of company-university cooperation: Mathematical modeling and numerical simulation of heat dissipation in led bulbs</i>	1326
Aprendizaje centrado en el proyecto de estructuras adaptados a la enseñanza universitaria	1331
Nuevo enfoque pedagógico en la formación del perfil profesional para el desarrollo de proyectos de automatización industrial a través de un concepto de integración total	1335
Convenios de cooperación educativa en el ámbito náutico: universidad- empresa	1339

Índice de ponencias

Sinergia bidireccional universidad-empresa. Caso de estudio: proyecto de investigación ERGONUI-TME	1344
Estudio comparativo entre estudiantes de ingeniería de la Universidad de León mediante el <i>test Force Concept Inventory</i>	1350
Innovación para el desarrollo de nueva propuesta de máster semipresencial en prevención de riesgos laborales	1354
El círculo de Mohr y la innovación docente en educación superior	1359



Aplicación interactiva on-line para el aprendizaje del fenómeno del pandeo en elementos metálicos sometidos a compresión simple

Andrés Lapuebla-Ferri^a, Fernando Giménez-Palomares^b, Antonio-José Jiménez-Mocholí^c, Ana Espinós-Capilla^d y Juan A. Monsoriu^e

^aDepartamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, anlafer0@mes.upv.es, ^bDepartamento de Matemática Aplicada, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, fgimenez@mat.upv.es, ^cDepartamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, ajimene@mes.upv.es y ^dDepartamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, asespinos@mes.upv.es ^eDepartamento de Física Aplicada, Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, jmonsori@fis.upv.es. Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n. 46022 València, España.

Abstract

Buckling is an instability phenomenon that can appear in slender structural elements when subjected to compression. The design of structural elements must satisfy that, under the acting solicitations, this undesirable situation does not appear. In the case of steel structures, which are more sensitive to this phenomenon, the buckling resistance check is carried out as prescribed by current regulations. This paper presents a virtual laboratory that, developed as an on-line application, serves mainly as a self-learning tool for students of subjects related to the analysis of steel structures.

Keywords: *virtual laboratory, on-line application, steel structure, buckling.*

Resumen

El pandeo es un fenómeno de inestabilidad que puede aparecer en elementos estructurales esbeltos cuando están sometidos a compresión. El diseño de elementos estructurales debe satisfacer que, bajo las solicitaciones actuantes, no aparezca esta situación indeseable. En el caso de las estructuras de acero, que son más sensibles frente a este fenómeno, la comprobación de la resistencia a pandeo se realiza según lo prescrito por la normativa vigente. En este trabajo se presenta un laboratorio virtual que, desarrollado como aplicación on-line, sirva principalmente como herramienta de autoaprendi-

Aplicación interactiva on-line para el aprendizaje del fenómeno del pandeo en elementos metálicos sometidos a compresión simple

zaje a los estudiantes de asignaturas relacionadas con el análisis de estructuras metálicas.

Palabras clave: *laboratorio virtual, aplicación on-line, estructura de acero, pandeo.*

Introducción, Justificación y Objetivos

El *agotamiento de la resistencia* de un elemento estructural puede aparecer cuando en un punto del elemento la tensión máxima causada por las solicitaciones actuantes supera la tensión máxima admisible del material.

El *pandeo* es un fenómeno que, eventualmente, puede aparecer en elementos estructurales sometidos a compresión, principalmente en piezas esbeltas. Se traduce en la aparición de deformaciones excesivas que causan la inestabilidad del elemento. El pandeo puede aparecer a niveles de tensión inferiores a los del agotamiento. Los estudios desarrollados hacia finales del siglo XX pusieron en evidencia que la denominada *imperfección elástica* de un elemento estructural (debida a la falta de rectitud o las tensiones residuales en el proceso de fabricación de los perfiles, entre otros aspectos) jugaba un papel preponderante en la resistencia a pandeo de un elemento. La formulación de la normativa vigente¹ para el cálculo de la resistencia a pandeo tiene en cuenta dicha imperfección.

Dentro de este contexto, en el presente trabajo se describe el laboratorio virtual *Pandeo*, desarrollado como aplicación on-line para apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje de este fenómeno en asignaturas de cálculo estructural en las titulaciones actuales de grado. En particular, los *objetivos* del laboratorio virtual son: analizar la influencia que tiene la imperfección elástica en la resistencia a pandeo y comparar los diferentes resultados obtenidos con el empleo de la formulación de la normativa y con la teoría de Euler.

Trabajos Relacionados

Los autores reúnen una amplia experiencia en el desarrollo de laboratorios virtuales para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje de asignaturas de grado y de máster, concretamente las relacionadas con las materias *Elasticidad*, *Resistencia de Materiales* (Jiménez-Mocholí y otros, 2013) y *Estructuras de Hormigón* (Lapuebla-Ferri y otros, 2017).

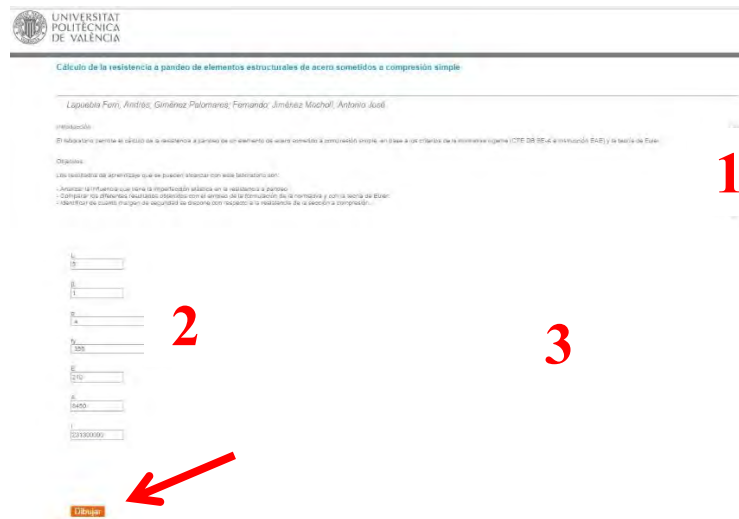
¹ La comprobación de resistencia a pandeo se verifica de igual modo en las dos normativas vigentes en España: CTE DB SE-A – Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad Estructural: Acero – (Ministerio de Fomento, 2006) y la Instrucción EAE – Estructuras de Acero Estructural – (Ministerio de Fomento, 2011).

Estos laboratorios han sido programados en el lenguaje propio del software Matlab (The Mathworks, 2015).

Experimentación / Trabajo Desarrollado

Al laboratorio virtual *Pandeo* se accede a través de un navegador web cualquiera de ordenador, tablet o móvil, mediante un enlace facilitado a tal efecto (Figura 1). En su interfaz se aprecian 3 campos diferenciados.

Figura 1 Interfaz de usuario del laboratorio virtual *Pandeo*



1. *Campo descriptivo*, en el que se describe el laboratorio virtual, sus objetivos y las instrucciones para su manejo.
2. *Parámetros de entrada*.
3. *Ventana de salida*. En la que se muestran los resultados del laboratorio virtual tras introducir los datos de entrada y hacer clic en el botón *Dibujar*.

Un ejemplo de uso del laboratorio virtual se desarrolla en la sección siguiente.

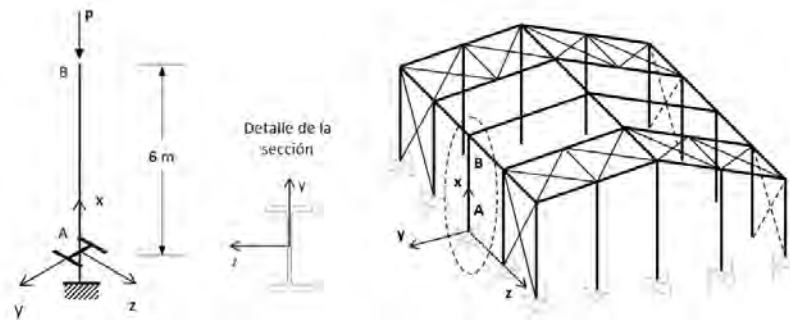
Principales Resultados

Se pretende comprobar a pandeo el pilar **A-B** de una nave industrial (Figura 2). El pilar está constituido por un perfil normalizado IPE 400 ($E = 210 \text{ GPa}$; $f_y = 275 \text{ MPa}$; $A = 84,50 \text{ cm}^2$; $I_z = 23130 \text{ cm}^4$; $I_y = 1320 \text{ cm}^4$) solicitado por un esfuerzo axial de compresión $N_{Ed} = 2000 \text{ kN}$. Puede asumirse que la base del pilar (extremo **A**) se considera perfectamente empotrada; en el plano del pórtico (xy), la cabeza **B** se considera **articulada** a la

Aplicación interactiva on-line para el aprendizaje del fenómeno del pandeo en elementos metálicos sometidos a compresión simple

jácena y no hay impedimento alguno a su desplazamiento en la dirección del eje y ; en el plano de la fachada lateral (xz), la estructura está arriostrada.

Figura 2 Enunciado del ejercicio propuesto

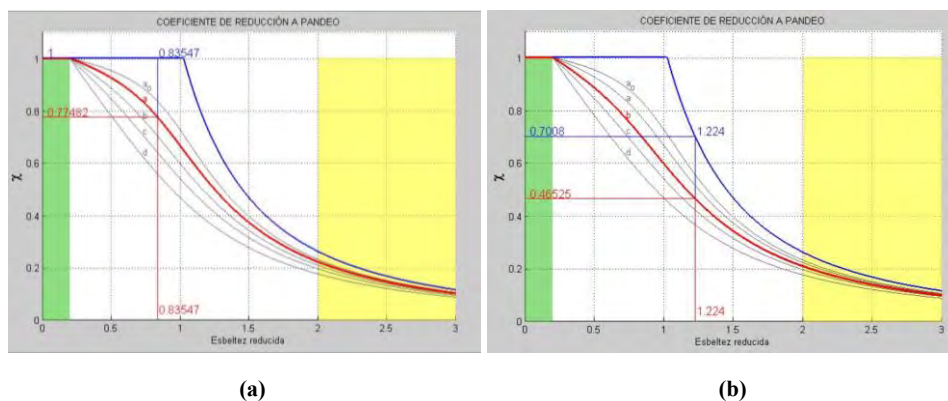


A partir de los datos del enunciado, se rellena la Tabla 1:

Tabla 1 Datos del ejercicio (entradas del laboratorio virtual)

Plano	β	Eje de flexión	Curva de imperfección	I (cm ⁴)
xy (pórtico)	2	Eje z	a	23130
xz (lateral)	0,7	Eje y	b	1320

Figura 3 Resultados obtenidos del ejercicio con el laboratorio virtual *Pandeo*. (a) Plano xy (plano del pórtico). (b) Plano xz (plano de la fachada lateral).



Si se introducen los datos de entrada en el laboratorio virtual para cada plano de pandeo, su ejecución muestra el aspecto de la Figura 3. Según los datos del laboratorio virtual, la *resistencia plástica* de la sección (esfuerzo axial de compresión para el cual la tensión máxima es

igual a la admisible) es $N_{pl,Rd} = 2213,09$ kN. En la Figura 4a, el coeficiente de reducción es $\chi = 0,775$ en el plano xy , y $\chi = 0,465$ en el plano xz . Se concluye que *el pilar padea en el plano xz* . La resistencia a pandeo es $N_{b,Rd} = 1029,64$ kN $< N_{Ed} = 2000$ kN, luego el pilar *no cumple a pandeo*.

La región coloreada de verde corresponde a esbelteces reducidas inferiores a 0,2. Para estos casos, la normativa indica que no es necesaria la comprobación a pandeo ($\chi = 1$). Por el contrario, la normativa especifica unos límites para la esbeltez reducida: 2 para los elementos principales y 3 para los secundarios. Esta es la zona coloreada de amarillo. Por último, la curva de azul corresponde a la hipérbola de Euler. Como puede observarse, la teoría de Euler sobreestima la resistencia a pandeo de un elemento estructural, ya que, dada una esbeltez reducida, el coeficiente de reducción es superior al obtenido a partir de las curvas de imperfección, especialmente con valores bajos de esbeltez. De hecho, la resistencia a pandeo según Euler es de 1551 kN en el plano xz .

Conclusiones

En este trabajo se ha explicado el laboratorio virtual *Pandeo*, cuya utilidad principal es la comprobación de elementos estructurales frente al pandeo, aunque también puede emplearse en el proceso de dimensionado de nuevas estructuras. Se ha diseñado para ser empleado como herramienta de apoyo a los procesos de enseñanza y aprendizaje de las materias en las que se precise conocer la fenomenología del pandeo.

Referencias

- Infante Jiménez C. (2014). Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 19 (62), 919-937.
- Jiménez-Mocholí A. J., Giménez-Palomares F., Lapuebla-Ferri A. (2013). Círculos de Mohr: un laboratorio virtual para la enseñanza y el aprendizaje de estados tensionales planos. *Modelling in Science Education and Learning*, 6(1)(12). 157-171.
- Lapuebla-Ferri A., Giménez-Palomares F., Jiménez-Mocholí A. J., Juan A. Monsoriu (2017). Aprendizaje interactivo de los dominios de deformación de elementos de hormigón armado. *25 CUIEET (Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas)*. Badajoz, España. 2017.
- Ministerio de Fomento (2006). *Código Técnico de la Edificación*. Centro de Publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio de Fomento. Madrid, España.
- Ministerio de Fomento (2011). *Instrucción de Acero Estructural (EAE)*. Centro de Publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio de Fomento. Madrid, España.
- The Mathworks (2015). *Matlab R2015a user's manual*. The Mathworks. Natick, MA, EEUU.