



VNiVERSIDAD
D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Escuela Politécnica Superior de Zamora

MEMORIA DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN
DOCENTE ID 2018/117

*Optimización del diseño de elementos de máquinas utilizando el software
CES Edupack*

PARTICIPANTES:

Leticia Aguado Ferreira

Miguel Ángel Lorenzo Fernández

Roberto José García Martín

Juan Carlos Pérez Cerdán

Zamora, 21 de junio de 2019

Índice

INTRODUCCIÓN	2
EVALUACIÓN Y RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS	5
CONCLUSIONES	7
BIBLIOGRAFÍA.....	7

INTRODUCCIÓN

El Área de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Superior de Zamora tiene una amplia experiencia docente en asignaturas directamente vinculadas con el diseño de máquinas y mecanismos, en proyectos de innovación, en colaboración con empresas y en realización de prototipos y pruebas concepto. De esta experiencia acumulada, sobre todo en lo relacionado con la docencia, se detectaron una serie de inquietudes y dificultades en el aprendizaje de los estudiantes de estas materias, que se han intentado solventar mediante una serie de actividades docentes.

Una etapa clave en el diseño de componentes de máquinas, y parte fundamental en la optimización de su funcionamiento, es la selección del material más adecuado para cumplir con la función encomendada de la forma más eficiente posible.

El software CES EduPack® es una herramienta informática que simplifica el complejo proceso de selección del material óptimo para cumplir con una función establecida con unas características determinadas. De esta manera, a partir del uso de este software se pretende que los estudiantes sean capaces de diseñar y optimizar diversos componentes mecánicos bajo diversas condiciones de funcionamiento. Cabe mencionar que la Universidad de Salamanca dispone de una licencia campus del programa que se ha utilizado.

A parte de la aplicación en este campo, el alumnado ha tenido la oportunidad de poder interactuar con otros módulos de este software tales como, el diseño de nuevos materiales enfocados a unas determinadas características, así como en la optimización de procesos de fabricación y su evaluación del impacto medioambiental que supone el uso de un determinado material.

El objetivo principal ha sido que los estudiantes tengan un conocimiento y manejo de software de selección de materiales, así como lo apliquen en los sistemas mecánicos empleados en Ingeniería Mecánica. De este modo, se enfrenta a los estudiantes a un problema real de ingeniería. La experiencia docente en las ingenierías dicta que el emplear herramientas de actualidad con casos reales y coetáneos al alumnado aumenta las posibilidades de éxito en el desempeño docente. Más allá de este objetivo principal se plantearon los siguientes objetivos parciales:

- Aplicación de los conocimientos teóricos impartidos en diferentes asignaturas al campo de la Ingeniería Mecánica
- Introducción al empleo de software de selección de materiales.

- Conocimiento por parte del estudiante de los métodos y técnicas más utilizados en la actualidad para la selección de materiales.
- Acercamiento al estudiante al empleo del software actual de selección de materiales para el diseño de componentes mecánicos bajo las limitaciones condicionadas por su funcionamiento.
- Selección de los materiales óptimos para determinadas condiciones de servicio de los componentes mecánicos a estudio utilizando CES EduPack®.

Con todo esto el estudiante es capaz de diseñar, analizar y mejorar productos mediante el diseño y selección de los materiales y la elección del proceso de fabricación óptimo. Estos conocimientos, aparte de ser de gran importancia para la ingeniería, muestran al estudiante el camino al sector de la innovación.

Para alcanzar estos objetivos, en el ámbito de las asignaturas del Área de Ingeniería Mecánica “Ampliación de Máquinas y Mecanismos” y “Diseño y Cálculo de Máquinas”, se impartieron dos bloques de prácticas nuevas. La primera se basó en dos niveles de conocimiento. En el primero de ellos se introdujo al alumnado en el manejo del propio software y el diseño ad hoc de una serie de elementos con unas características previamente especificadas (1). El guion de la primera práctica se muestra en la Fig. 1.


UNIVERSIDAD SALAMANCA	PRÁCTICA 1 Selección material: Nivel I	
<p>1. Objetivo de la práctica</p> <p>El objetivo de esta práctica es determinar los materiales adecuados para la fabricación de una serie de zaparrillos deportivos de alto rendimiento. Esta selección se llevará a cabo con la ayuda del programa informático CES EduPack®.</p> <p>2. Método de trabajo</p> <p>El proceso de selección consistirá de tres fases bien diferenciadas:</p> <ol style="list-style-type: none"> La primera fase consiste en el análisis de las propiedades indispensables que deberá cumplir el material para el correcto funcionamiento del mismo. Realizar la selección de materiales con el software CES EduPack®. Finalmente se analiza las soluciones propuestas y se obtiene la elección ideal. Se tendrán en cuenta aspectos como los económicos, no directamente relacionados con la estructura y las propiedades físicas del material. <p>3. SELECCIÓN DEL MATERIAL PARA LA SUELA</p> <p>A. Análisis de propiedades indispensables</p> <ul style="list-style-type: none"> - Buen agarre, buena capacidad de amortiguación y antideslizante - Poca rigidez, elástico y lo más ligero posible - Buena resistencia a fatiga - Pastores o tenes en cuenta: coeficiente de expansión térmica y precio <p>B. Selección</p> <p>El material que se busca para la suela deberá cumplir una serie de requisitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Densidad $\leq 1190 \text{ kg/m}^3$ - Módulo de Young $\geq 0.1 \text{ GPa}$ - Límite elástico $\geq 20 \text{ MPa}$ - Buena resistencia a fatiga - Precio lo más económico posible <p>4. Fundamentación de la solución</p> <ol style="list-style-type: none"> Representar gráficamente el límite elástico en función del módulo de Young y analizar la zona íntima del diagrama de Young. ¿Qué se consigue con esta restricción? ¿De cuántos materiales se dispone una vez aplicada la restricción? ¿A qué familias pertenecen estos materiales? Adjuntar la gráfica con el nombre de las familias. Introducir los límites para densidad y límite elástico en los requisitos. ¿Qué materiales han sido eliminados de la selección una vez aplicada la etapa? Adjuntar la gráfica con el nombre de los materiales en cuestión. De los materiales restantes ¿Cuál es el que dispone de un límite elástico más elevado? 		

Fig. 1.- Guion de la práctica 1 realizada por los estudiantes en la sesión de prácticas

Dentro del segundo nivel del primer bloque, los estudiantes repartidos en grupos de máximo tres, tuvieron que diseñar elementos dispares existentes ya en el mercado, donde el tema central era la selección del material optimizando bien la ligereza o coste de este. Ejemplos de ello han sido el diseño de un trampolín, una llave de tubo, un mosquetón, pedal, ... Estos trabajos se defendieron en clase donde se centraron en la optimización del material.

El segundo bloque, se centró en los módulos más avanzados dentro del nivel 3 del software: el módulo denominado *Sinthesizer*. Al igual que el primer bloque se dividió en dos niveles; en el primero de ellos se introdujo al alumnado en el diseño y selección de materiales compuestos para unos requerimientos específicos. En este nivel, apoyados con los conocimientos adquiridos en la parte teórica de la asignatura, los estudiantes se enfrentaron a la tarea de diseñar, mediante los diagramas de Ashby y la aplicación de la regla de las mezclas (2), diferentes materiales compuestos. De esta manera, mediante el uso de los índices de rendimiento (*performance index*) (1), seleccionaron el material compuesto óptimo para unas condiciones determinadas partiendo únicamente de los materiales base que los van a componer (Fig. 2).

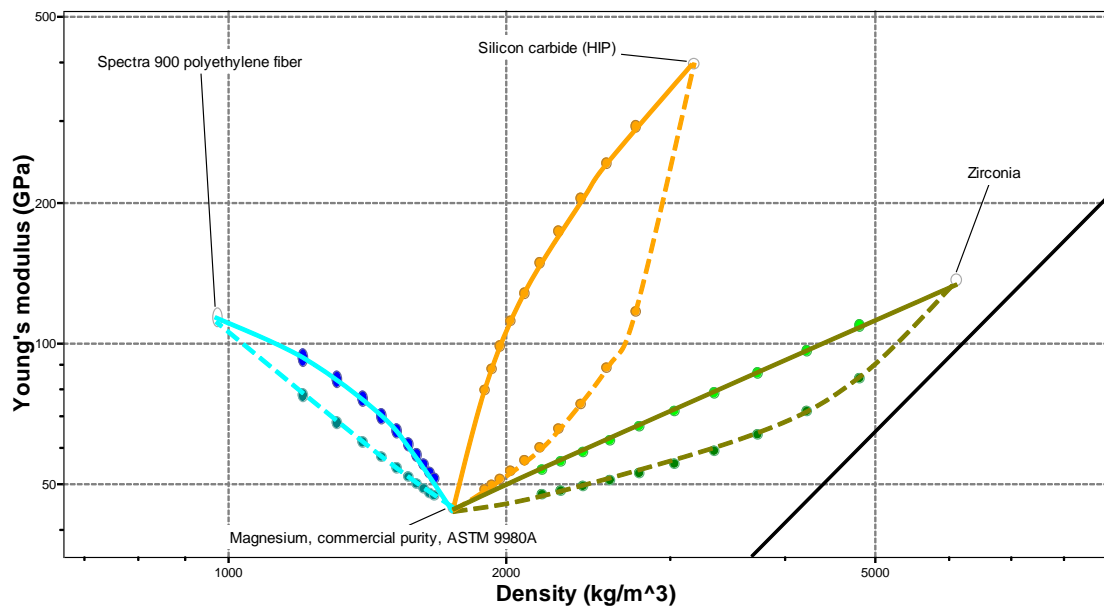


Fig. 2 Mapa de Ashby obtenido mediante la herramienta *sinthesizer* donde se representa la rigidez frente a la densidad de los materiales compuestos diseñados, así como la recta representativa del índice de rendimiento correspondiente.

Otros de los aspectos que se abordan en estas prácticas, englobado en el segundo nivel del bloque dos, es la herramienta de selección y evaluación de un material para una aplicación concreta empleando el módulo de “*part cost*”. Esto se llevó a cabo en una sesión de prácticas con la realización del trabajo “*Selección de material para paneles para las puertas de un automóvil*”. En él se ven las herramientas propias de la selección de materiales para el cumplimiento de los

requerimientos de diseño y funcionalidad de la puerta, así como también se vió la viabilidad de la producción de estas puertas en relación al material de partida del que se venían fabricando. De esta manera mediante la herramienta *part cost*, dentro del módulo de *synthesizer*, pueden ver la viabilidad de la selección propuesta (Fig. 3).

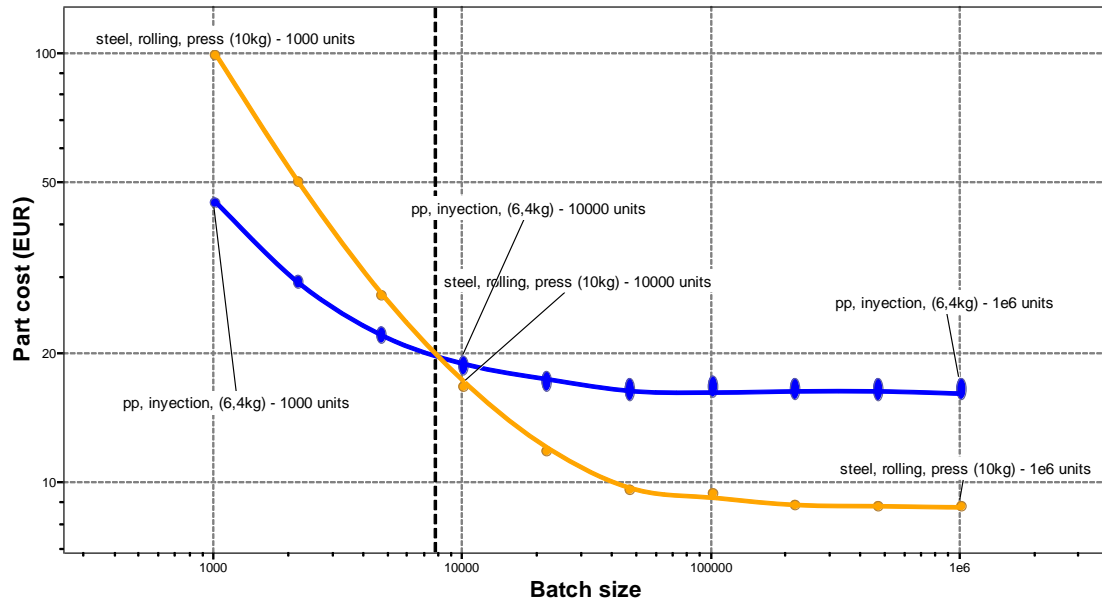


Fig. 3 Representación del coste de pieza en función del tamaño de lote fabricado para las puertas de un coche Smart realizadas de forma convencional (Steel Rolling press) y mediante inyección de material polipropileno con 20% en talco.

A través de la realización de estas prácticas se consigue enfrentar a los estudiantes a un problema de diseño real en ingeniería donde se muestran las diversas etapas del proceso de diseño con la ayuda del software CES Edupack®. De esta forma, los estudiantes se involucran en un proceso de aprendizaje basado en problemas en el que, durante el desarrollo de las actividades docentes previstas, han tenido libertad para tomar decisiones de diseño, aplicando de forma directa los conocimientos teórico-prácticos adquiridos en diversas asignaturas en un caso práctico.

A su vez la introducción de estas técnicas sobre los citados casos, hacen que nuestro grado, en este caso GIMEC, sea más competitivo frente al resto de escuelas de Ingeniería.

EVALUACIÓN Y RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS

La valoración sobre la efectividad de las actividades desarrolladas en este proyecto en el aprendizaje de los estudiantes se ha realizado, en el caso de las primeras prácticas de toma de contacto con el programa mediante la evaluación de los informes entregados y de las exposiciones

de los trabajos realizados por los estudiantes. Por otro lado, en el caso de la práctica sobre la selección de material para la puerta de un coche, ésta se evaluó mediante la realización de una encuesta. En la Tabla 1 se muestra los resultados que se han extraído de las respuestas dadas, valores dados en %.

Tabla 1. Encuesta entregada a los alumnos tras la realización de la práctica con sus resultados mostrados en %.

CUESTIONARIO		0	1	2	3	4	5
1	Desde el punto de vista de la Ingeniería Mecánica: Qué grado de utilidad consideras que tienen estos software CAE de selección, investigación e innovación	0	0	2,9	15	41	41
2	Qué grado de utilidad consideras que ofrece el software CES EduPack® dentro de la Ingeniería Mecánica	0	0	0	15	50	35
3	Qué grado de utilidad consideras que ofrece el software CES EduPack® para la ampliación de los primeros temas de la asignatura	0	2,9	2,9	29	44	24
4	En el campo del diseño y selección de materiales: Qué peso consideras que tiene los conocimientos de Ingeniería Mecánica	0	0	8,8	21	41	29
5	Qué grado de aplicación crees que tiene los conocimientos adquiridos en las asignaturas, dentro del proceso de innovación estudio o diseño de componentes mecánicos	0	2,9	5,9	24	38	29
6	Para integrar los conocimientos del diseño de materiales dentro de la Ingeniería Mecánica, consideras que el software empleado es adecuado	0	2,9	0	15	53	29
7	¿La aplicación de estas herramientas mejora el aprendizaje de los conocimientos impartidos?	2,9	0	5,9	5,9	47	38
8	¿El conocimiento y manejo de esta herramienta es aplicable en la futura vida laboral?	0	0	0	24	32	44
9	Dentro de los múltiples campos de la Ingeniería Mecánica, en cuál de ellos estás más interesado						
10	Dentro de este campo qué grado de aplicabilidad tienen estos software de apoyo a la ingeniería	0	0	5,9	21	41	29

Se puede ver, en los resultados de la encuesta, la utilidad del software CES Edupack® dentro de la Ingeniería Mecánica que ven los estudiantes. Por otro lado, también reflejan, cómo los estudiantes consideran muy estos programas muy útiles en el campo del diseño e innovación, así como también son conscientes de la importancia de los conocimientos adquiridos en la titulación dentro de este campo.

Tras el análisis de pregunta 9 de la encuesta se puede ver qué áreas dentro de la titulación son de mayor interés para los estudiantes. Los resultados de esta pregunta se muestran en la Fig.5. En

ella se puede ver cómo las áreas de mayor interés dentro del Grado de Ingeniería Mecánica son: el diseño mecánico, la automoción y el desarrollo de nuevos materiales.

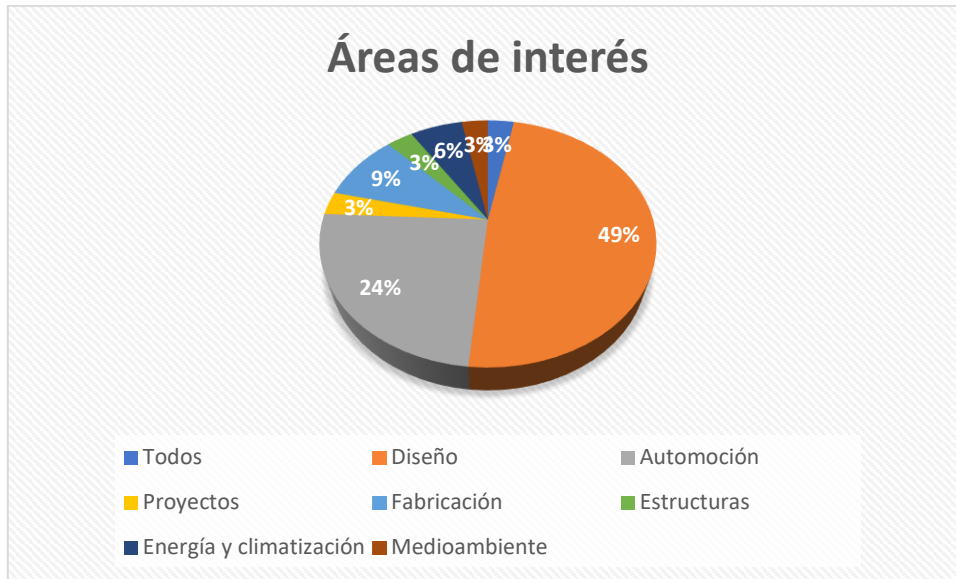


Fig. 5. Gráfico de resultados del interés de los alumnos por las áreas de conocimiento del grado de Ingeniería Mecánica de interés para los alumnos.

CONCLUSIONES

Los objetivos planteados en el inicio de este proyecto se han alcanzado en su totalidad. Mediante la realización de este proyecto, los estudiantes han tenido la oportunidad de adentrarse en nuevas áreas que no eran muy afines al diseño y selección de materiales. Mediante la aplicación de estas técnicas, han podido aplicar los conocimientos adquiridos en el Grado en el desarrollo de un problema real.

La introducción de estas técnicas ha permitido que los estudiantes conozcan las herramientas de diseño, selección y evaluación de materiales. El hecho de realizar trabajos en los cuales los estudiantes se impliquen en el diseño y mejora de componentes, así como de la defensa de su trabajo en el aula los motiva de tal manera que abordan otros aspectos de la Ingeniería más desconocidos para ellos. Además, se inicia al estudiante en el ámbito de la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Asbhy, M. F.** *Materials Selection in Mechanical Design*. s.l. : Butterworth Heinemann, 2011.
2. **Asbhy, M. F. y Jones, D. R. H.** *Engineering materials 1*. s.l. : Butterworth Heinemann, 1998.