
Investigación e Innovación Educativa en Docencia Universitaria. Retos, Propuestas y Acciones

Edición de.

Rosabel Roig-Vila
Josefa Eugenia Blasco Mira
Asunción Lledó Carreres
Neus Pellín Buades

Prólogo de.

José Francisco Torres Alfosea
Vicerrector de Calidad e Innovación Educativa
Universidad de Alicante

Edición de:

Rosabel Roig-Vila
Josefa Eugenia Blasco Mira
Asunción Lledó Carreres
Neus Pellín Buades

© Del texto: los autores (2016)

© De esta edición:

Universidad de Alicante
Vicerrectorado de Calidad e Innovación educativa
Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) (2016)

ISBN: 978-84-617-5129-7

Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades

Red de investigación en docencia de cálculo de estructuras i en el grado de arquitectura técnica

J.C. Pomares Torres; F.J. Baeza de los Santos; M. Navarro Menargues; R. Castro López; R. Irlés Más; J.I. García Santos; V. Baeza Cardona

Departamento de Ingeniería Civil.

Escuela Politécnica Superior

Universidad de Alicante

RESUMEN (ABSTRACT)

En este trabajo se presenta la memoria de la RED DE INVESTIGACIÓN EN DOCENCIA DE DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS I EN EL GRADO DE ARQUITECTURA TÉCNICA, desarrollada dentro de la convocatoria de proyectos realizada por el Instituto de Ciencias de la Educación en el presente curso académico 2015-16 en su MODALIDAD II: Redes de Investigación en docencia universitaria de libre conformación-EEES. Durante este curso académico se han revisado los materiales necesarios para la docencia teórica y práctica. También se han preparado otros materiales nuevos para la evaluación de los estudiantes partiendo o adaptando los ya existentes de cursos anteriores. Se ha organizado una actividad docente complementaria para fijar los conceptos teóricos y prácticos vistos en el aula. Por último se ha revisado la guía docente para el próximo curso siguiendo la nueva normativa interna de la Universidad de Alicante. Previamente se han analizado los contenidos de la asignatura, las capacidades que deben alcanzar los estudiantes y los materiales existentes hasta el momento con el fin de analizar, en su caso, los cambios necesarios y diseñar las nuevas modificaciones de los materiales docentes.

Palabras clave: Cálculo de Estructuras, Arquitectura Técnica, materiales docentes y de evaluación, conceptos teóricos y prácticos, actividad docente complementaria.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Problema

Esta red se enmarca dentro de los trabajos necesarios para el desarrollo, revisión y mejoras en del material docente de la asignatura obligatoria de **Cálculo de Estructuras I** del 2º Curso perteneciente al plan de estudios del **Grado en Arquitectura Técnica** de la Universidad de Alicante.

La Orden ECI/3855/2007, de 27 de diciembre, del Ministerio de Educación y Ciencia ordena las enseñanzas universitarias oficiales y establece como objetivos que los estudiantes de **Grado en Arquitectura Técnica** adquieran las siguientes **competencias de carácter genérico**:

O-1: **Dirigir la ejecución material de las obras** de edificación, de sus instalaciones y elementos, llevando a cabo el control cualitativo y cuantitativo de lo construido mediante el establecimiento y gestión de los planes de control de materiales, sistemas y ejecución de obra, elaborando los correspondientes registros para su incorporación al Libro del Edificio. Llevar el control económico de la obra elaborando las certificaciones y la liquidación de la obra ejecutada.

O-2: **Redactar estudios y planes de seguridad y salud laboral** y coordinar la actividad de las empresas en materia de seguridad y salud laboral en obras de construcción, tanto en fase de proyecto como de ejecución.

O-3: **Llevar a cabo actividades técnicas de cálculo**, mediciones, valoraciones, tasaciones y estudios de viabilidad económica; realizar peritaciones, inspecciones, análisis de patología y otros análogos y redactar los informes, dictámenes y documentos técnicos correspondientes; efectuar levantamientos de planos en solares y edificios.

O-4: **Elaborar los proyectos técnicos** y desempeñar la dirección de obras de edificación en el ámbito de su habilitación legal.

O-5: **Gestionar las nuevas tecnologías edificatorias** y participar en los procesos de gestión de la calidad en la edificación; realizar análisis, evaluaciones y certificaciones de eficiencia energética así como estudios de sostenibilidad en los edificios.

O-6: **Dirigir y gestionar el uso, conservación y mantenimiento de los edificios**, redactando los documentos técnicos necesarios. Elaborar estudios del ciclo de vida útil de los materiales, sistemas constructivos y edificios. Gestionar el tratamiento de los residuos de demolición y de la construcción.

O-7: **Asesorar técnicamente** en los procesos de fabricación de materiales y elementos utilizados en la construcción de edificios.

O-8: **Gestionar el proceso inmobiliario** en su conjunto. Ostentar la representación técnica de las empresas constructoras en las obras de edificación.

Además de las anteriores competencias que son recogidas por la legislación, se establecen las siguientes que complementan los objetivos del título de grado propuesto.

O-9: Identificación, análisis y control de **riesgos laborales** en obras de edificación teniendo en cuenta sus exigencias legales en materia de seguridad y salud laboral.

O-10: Comprender la lógica y el funcionamiento del **entorno económico** donde se integra la empresa de construcción.

Comprender conceptos como inflación, desempleo, PIB, productividad, sector público, inversión, mercado de viviendas, política de viviendas o licitación, entre otros, y sus implicaciones para la empresa promotora.

Aprender el funcionamiento de los sistemas de gestión financiera de la empresa constructora, estructura bancaria, medios de pago. Aprender y comprender el funcionamiento del Mercado inmobiliario y el de viviendas en España, con el objeto de facilitar la toma de decisiones de construcción.

Resolver problemas prácticos de la empresa de edificación mediante la utilización de herramientas de cálculo económico, como el cálculo de una cuota hipotecaria, estimar el crecimiento de los costes de construcción, calcular la accesibilidad de las familias a la vivienda o el ritmo de crecimiento de los precios, entre otros.

O-11: Conocer la estructura de distribución de los **bienes inmobiliarios** y la **organización de sus mercados**.

Medir la relevancia de los determinantes fundamentales de la construcción de bienes inmobiliarios no residenciales y sus implicaciones para la empresa promotora.

Interactuar con los mercados hipotecarios con los planes de financiación de las promociones.

Calcular el rendimiento de la empresa de edificación y tomar decisiones de gasto e inversión en construcción.

Calcular el precio del suelo.

Competencias de la asignatura **Cálculo de Estructuras I** 2º curso 2015/16 del Grado en Arquitectura Técnica son:

Competencias Generales del Título (CG)

- **G2:** Conocimiento aplicado de los principios de mecánica general, la estática de sistemas estructurales, la geometría de masas, los principios y métodos de análisis del comportamiento elástico del sólido.

Competencias específicas (CE)

- **E9:** Capacidad para dictaminar sobre las causas y manifestaciones de las lesiones en los edificios, proponer soluciones para evitar o subsanar las patologías, y analizar el ciclo de vida útil de los elementos y sistemas constructivos.
- **E10:** Aptitud para intervenir en la rehabilitación de edificios y en la restauración y conservación del patrimonio construido.
- **E13:** Capacidad para aplicar la normativa técnica al proceso de la edificación, y generar documentos de especificación técnica de los procedimientos y métodos constructivos de edificios.
- **E15:** Aptitud para el predimensionado, diseño, cálculo y comprobación de estructuras y para dirigir su ejecución material.

Competencias Generales Transversales

- **G11:** Competencias en un idioma extranjero.
- **G12:** Competencias informáticas e informacionales.
- **G13:** Competencias en comunicación oral y escrita.

Objetivos específicos aportados por el profesorado

Conseguir una visión general sobre las diferentes fases del cálculo estructural: Diseño y modelización de la estructura, evaluación de cargas, obtención de esfuerzos, dimensionamiento de elementos estructurales, definición gráfica y detalles constructivos. Comprender la razón y ser de las estructuras y sus formas. Aprender a calcular los esfuerzos, tensiones y deformaciones que tienen lugar en las mismas, en función de las acciones y los materiales que las configuran. Introducción al cálculo de las estructuras metálicas que deberá dirigir en el ejercicio profesional posterior.

1.2 Revisión de la literatura

Se han empleado como elementos bibliográficos esenciales el Informe de evaluación de la Aneca del 24/04/2015 para determinar la correspondencia del título oficial de arquitectura técnica a los niveles del marco español de cualificaciones para la educación superior, la Memoria verificada del Grado de Arquitectura Técnica y el Plan de Estudios del Grado en Arquitectura Técnica.

1.3 Propósito

El propósito de esta red ha sido la búsqueda de la mejora en la docencia de la asignatura de Cálculo de Estructuras I del Grado de Arquitectura Técnica, para ello se han revisado los materiales necesarios para la docencia teórica y práctica. También se han preparado otros materiales nuevos para la evaluación de los estudiantes partiendo o adaptando los ya existentes de cursos anteriores. Se ha organizado una actividad docente complementaria para fijar los conceptos teóricos y prácticos vistos en el aula. Por último se ha revisado la guía docente para el próximo curso siguiendo la nueva normativa de evaluación de la Universidad de Alicante.

2. DESARROLLO DE LA CUESTIÓN PLANTEADA

2.1 Objetivos

Los objetivos de esta red de investigación docente se han centrado en analizar y mejorar el material docente de la asignatura Cálculo de Estructuras del 2º Curso del Grado de Arquitectura Técnica. Han sido creados nuevos materiales de evaluación. Se ha organizado un Concurso de Estructuras como actividad docente complementaria a la docencia en el aula. Se han modificado los criterios de evaluación de la guía docente para el curso 2016-17 adaptándolos a la nueva normativa de evaluación de la Universidad.

2.2. Método y proceso de investigación

Han sido analizadas la Memoria verificada, ver la portada en la figura 1 y el Plan de Estudios del Grado en Arquitectura Técnica, ver su estructura en la figura 2.

Se ha realizado una organización del temario completo de la asignatura en unidades docentes. Se ha organizado cada unidad docente en bloques de forma que cuadren con las horas de teoría y práctica para la asignatura, ver esta organización en la figura 3 y 4.

Se ha realizado un estudio del material docente disponible de teoría y práctica de cursos anteriores. Cada miembro de la red ha realizado propuestas de mejoras al material docente del curso anterior.

Figura 1: Portada de la Memoria Verificada del Grado en Arquitectura Técnica de la UA



Identificador : 2501502

IMPRESO SOLICITUD PARA VERIFICACIÓN DE TÍTULOS OFICIALES

1. DATOS DE LA UNIVERSIDAD, CENTRO Y TÍTULO QUE PRESENTA LA SOLICITUD

De conformidad con el Real Decreto 1393/2007, por el que se establece la ordenación de las Enseñanzas Universitarias Oficiales

UNIVERSIDAD SOLICITANTE	CENTRO	CÓDIGO CENTRO	
Universidad de Alicante	Escuela Politécnica Superior	03013273	
NIVEL	DENOMINACIÓN CORTA		
Grado	Arquitectura Técnica		
DENOMINACIÓN ESPECÍFICA			
Graduado o Graduada en Arquitectura Técnica por la Universidad de Alicante			
RAMA DE CONOCIMIENTO	CONJUNTO		
Ingeniería y Arquitectura	No		
HABILITA PARA EL EJERCICIO DE PROFESIONES REGULADAS	NORMA HABILITACIÓN		
Sí	Orden ECI/3855/2007, de 27 de diciembre, BOE de 29 diciembre de 2007		
SOLICITANTE			
NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO		
MARÍA CECILIA GÓMEZ LUCAS	VICERRECTORA DE ESTUDIOS, FORMACIÓN Y CALIDAD		
Tipo Documento	Número Documento		
NIF	21425525J		
REPRESENTANTE LEGAL			
NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO		
MARÍA CECILIA GÓMEZ LUCAS	VICERRECTORA DE ESTUDIOS, FORMACIÓN Y CALIDAD		
Tipo Documento	Número Documento		
NIF	21425525J		
RESPONSABLE DEL TÍTULO			
NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO		
MANUEL PALOMAR SANZ	RECTOR		
Tipo Documento	Número Documento		
NIF	20413324L		
2. DIRECCIÓN A EFECTOS DE NOTIFICACIÓN			
A los efectos de la práctica de la NOTIFICACIÓN de todos los procedimientos relativos a la presente solicitud, las comunicaciones se dirigirán a la dirección que figure en el presente apartado.			
DOMICILIO	CÓDIGO POSTAL	MUNICIPIO	TELÉFONO
UNIVERSIDAD DE ALICANTE-CAMPUS SAN VICENTE DEL RASPEIG-AP.99	03080	San Vicente del Raspeig/ Sant Vicent del Raspeig	965909372
E-MAIL	PROVINCIA		FAX
vr.estudis@ua.es	Alicante		965909464

Se han organizado 4 reuniones durante el curso para analizar las propuestas de los integrantes de la red. En estas reuniones se han decidido las mejoras a incorporar a los materiales docentes (teoría, práctica y evaluación) y los criterios de evaluación a adoptar en los distintos controles y exámenes celebrados durante el curso 2015-16.

Figura 2: Estructura del Plan de Estudios del Grado de Arquitectura Técnica.

ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS POR TIPO DE MATERIA							
TIPO DE MATERIA		CRÉDITOS					
Formación básica (FB)		60					
Obligatorias (OB)		150					
Optativas incluidas		18					
Prácticas Externas (OP)		12					
Proyecto Fin de Grado		240					
Total créditos		240					

DISTRIBUCIÓN POR CURSOS							
PRIMER CURSO		SEGUNDO CURSO		TERCER CURSO		CUARTO CURSO	
Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4	Semestre 5	Semestre 6	Semestre 7	Semestre 8
Fundamentos de Matemática Aplicada I 6 ECTS	Fundamentos de Matemática Aplicada II 6 ECTS	Fundamentos Físicos de las Instalaciones 6 ECTS	Construcción Estructuras II 6 ECTS	Construcción Elementos no Estructurales I 6 ECTS	Construcción Elementos no Estructurales II 6 ECTS	Proyectos de Edificación 6 ECTS	Proyecto Fin de Grado ⁽¹⁾ 12 ECTS
Geometría Descriptiva 6 ECTS	Expresión Gráfica en la Edificación I 6 ECTS	Economía Aplicada a la Empresa de Edificación 6 ECTS	Expresión Gráfica en la Edificación II 9 ECTS	Materiales de Construcción II 6 ECTS	Gestión Económica; Mediciones, Presupuestos y Tasaciones Inmobiliarias 9 ECTS	Gestión del Proceso Constructivo 9 ECTS	
Fundamentos Informáticos en la Ingeniería de Edificación 6 ECTS	Introducción a los Materiales de Construcción 6 ECTS	Topografía 6 ECTS		Cálculo de Estructuras II 6 ECTS	Cálculo de Estructuras I 9 ECTS	Prevención de Riesgos Laborales en Edificación 9 ECTS	Proyectos Técnicos 9 ECTS
Derecho y Legislación en la Edificación 6 ECTS	Fundamentos Físicos de las Estructuras 6 ECTS	Materiales de Construcción I 6 ECTS	Instalaciones II 6 ECTS				
Historia de la Construcción 6 ECTS	Fundamentos de Construcción 6 ECTS	Construcción de Estructuras I 6 ECTS	Instalaciones I 6 ECTS	Equipos Obra, Instalaciones y Medios Auxiliares 6 ECTS	Control y Gestión de la Calidad de los Materiales y de los Residuos 6 ECTS	Introducción al Planeamiento y Gestión Urbanística 6 ECTS	Asignatura Optativa ⁽²⁾ 6 ECTS

⁽¹⁾ Previamente a la evaluación del proyecto fin de grado, el estudiante debe acreditar las competencias en un idioma extranjero. Entre otras formas de acreditación, en la Universidad de Alicante se considera necesario superar como mínimo, el nivel B1 del Marco de Referencia Europeo para las lenguas modernas, que podrá ser elevado en el futuro.

⁽²⁾ Optatividad: para cursar estos créditos el estudiante tiene dos posibilidades. En primer lugar y para obtener el reconocimiento del itinerario, deberá cursar los 12 ECTS ofertados en uno de los cuatro itinerarios propuestos más otros 6 ECTS de cualquier otra asignatura ofertada. En segundo lugar, si no busca el reconocimiento de itinerario, podrá cursar los 18 ECTS eligiendo tres asignaturas optativas de las ofertadas. Dentro de las asignaturas optativas se prevé la posibilidad de que el estudiante realice prácticas externas. Los itinerarios son: **intervención en el patrimonio edificado; gestión inmobiliaria; eficiencia energética y prácticas externas.**

Distribución de las materias de formación optativa:

ITINERARIO 1: INTERVENCIÓN EN EL PATRIMONIO EDIFICADO	ITINERARIO 2: GESTIÓN INMOBILIARIA	ITINERARIO 3: EFICIENCIA ENERGÉTICA	ITINERARIO 4: PRÁCTICAS EXTERNAS	FUERA DE ITINERARIO	INGLÉS
Patología y Mantenimiento de Edificios 6 ECTS	Project Management 6 ECTS	Aplicaciones Informáticas en la Edificación 6 ECTS	Prácticas Externas I 6 ECTS	Acústica en la Edificación 6 ECTS	Inglés I 6 ECTS
Técnicas de Intervención en el Patrimonio Edificado 6 ECTS	Distribución y Organización del Mercado Inmobiliario 6 ECTS	Instalaciones de Climatización 6 ECTS	Prácticas Externas II 6 ECTS	Sistemas Avanzados de Expresión Gráfica 6 ECTS Replanteo de Elementos Constructivos 6 ECTS	Inglés II 6 ECTS

Antes de vacaciones de Semana Santa tuvo lugar la XIV Edición del Concurso de Estructuras, herramienta docente complementaria de las clases teórico-prácticas del aula en la que trabajaron de forma desinteresado todos los miembros de la red de investigación.

Figura 3: Planning de la docencia de los meses 1 y 2

FEBRERO/FEBRER 2016				MARZO/MARÇ 2016			
LUNES/DILLUNS 25	MARTES/DIMARTS 26	MIÉRCOLES/DIMECRES 27	JUEVES/DIJOUS 28	LUNES/DILLUNS 29	MARTES/DIMARTS 01	MIÉRCOLES/DIMECRES 02	JUEVES/DIJOUS 03
		Presentación. Bloque 1 Tema 1	P1	P10	P9	Bloque 2 Tema 4	P11
LUNES/DILLUNS 01	MARTES/DIMARTS 02	MIÉRCOLES/DIMECRES 03	JUEVES/DIJOUS 04	LUNES/DILLUNS 07	MARTES/DIMARTS 08	MIÉRCOLES/DIMECRES 09	JUEVES/DIJOUS 10
P2	P1	Tema 2	P3	P12	P11	Tema 5	P13
LUNES/DILLUNS 08	MARTES/DIMARTS 09	MIÉRCOLES/DIMECRES 10	JUEVES/DIJOUS 11	LUNES/DILLUNS 14	MARTES/DIMARTS 15	MIÉRCOLES/DIMECRES 16	JUEVES/DIJOUS 17
P4	P3	Tema 3	P5	P14	P13	Tema 5	P15
LUNES/DILLUNS 15	MARTES/DIMARTS 16	MIÉRCOLES/DIMECRES 17	JUEVES/DIJOUS 18	LUNES/DILLUNS 21	MARTES/DIMARTS 22	MIÉRCOLES/DIMECRES 23	JUEVES/DIJOUS 24
P6	P5	Tema 3	P7	P16	P15	Control 2	
LUNES/DILLUNS 22	MARTES/DIMARTS 23	MIÉRCOLES/DIMECRES 24	JUEVES/DIJOUS 25	LUNES/DILLUNS 28	MARTES/DIMARTS 29	MIÉRCOLES/DIMECRES 30	JUEVES/DIJOUS 31
P8	P7	Control 1	P9				

Figura 4: Planning de la docencia de los meses 3 y 4

ABRIL/ABRIL 2016				MAYO/MAIG 2016			
LUNES/DILLUNS 04	MARTES/DIMARTS 05	MIÉRCOLES/DIMECRES 06	JUEVES/DIJOUS 07	LUNES/DILLUNS 02	MARTES/DIMARTS 03	MIÉRCOLES/DIMECRES 04	JUEVES/DIJOUS 05
	P17	Bloque 3 Tema 6		P24	P25	Tema 8	P23
LUNES/DILLUNS 11	MARTES/DIMARTS 12	MIÉRCOLES/DIMECRES 13	JUEVES/DIJOUS 14	LUNES/DILLUNS 09	MARTES/DIMARTS 10	MIÉRCOLES/DIMECRES 11	JUEVES/DIJOUS 12
P18	P19	Tema 6 y 7	P17	P26	P27	Tema 8	P25
LUNES/DILLUNS 18	MARTES/DIMARTS 19	MIÉRCOLES/DIMECRES 20	JUEVES/DIJOUS 21	LUNES/DILLUNS 16	MARTES/DIMARTS 17	MIÉRCOLES/DIMECRES 18	JUEVES/DIJOUS 19
P20	P21	Control 3	P19	P28	P29	Control 4	P27 y P29
LUNES/DILLUNS 25	MARTES/DIMARTS 26	MIÉRCOLES/DIMECRES 27	JUEVES/DIJOUS 28				
P22	P23	Bloque 4 Tema 8	P21				

Los participantes en este proyecto docente son profesores del Departamento de Ingeniería Civil.

El trabajo de revisión del material del curso anterior ha sido un esfuerzo arduo y de muchas horas extras de trabajo complicada labor sin duda, entre los muchos quehaceres, obligaciones y requerimientos del profesorado universitario, como son: la docencia, gestiones administrativas varias, investigación, redacción y traducción de artículos sci, cursos de formación, estudio de lenguas extranjeras, estancias, supervisión de trabajos de fin de grado y de máster, etc.

Se muestra, a modo de ejemplo, los diseños finales del material de teoría de Unidades didácticas de una diapositiva de portada y otra de contenido, ver figuras 5 y 6.

Figura 5: Diapositiva de Portada de una Unidad Didáctica

BLOQUE 1.

TEMA 1 INTRODUCCIÓN

- 1.1. INTRODUCCIÓN A LA ASIGNATURA
- 1.2. OBJETIVOS
- 1.3. REPASO DE CONCEPTOS FÍSICOS Y MATEMÁTICOS
- 1.4. ESQUEMA GENERAL DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL
- 1.5. TIPOLOGIAS ESTRUCTURALES

BLOC 1.

TEMA 1 INTRODUCCIÓ

- 1.1. INTRODUCCIÓ A L'ASSIGNATURA
- 1.2. OBJECTIUS
- 1.3. REPÀS DE CONCEPTES FÍSICS I MATEMÀTICS
- 1.4. ESQUEMA GENERAL DEL CÀLCUL ESTRUCTURAL
- 1.5. TIPOLOGIES ESTRUCTURALS

GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA, CÁLCULO DE ESTRUCTURAS I, 2º CURSO, 2015/2016
 GRAU EN ARQUITECTURA TÈCNICA, CÀLCUL D'ESTRUCTURES I, 2º CURS, 2015/2016
 PROFESORES/PROFESSORS: JUAN C. POMARES, RICARDO CASTRO, VICENT BAEZA,
 RAMON IRLLES, J. IGNACIO GARCÍA, MIGUEL NAVARRO

1

Figura 6: Diapositiva de contenido de una Unidad Didáctica

Tabla 4.1 Características mecánicas mínimas de los aceros UNE EN 10025

DESIGNACIÓN	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy °C
	Tensión de límite elástico f_y (N/mm ²)		Tensión de rotura f_u (N/mm ²)		
	$t \leq 16$	$16 < t \leq 40$	$40 < t \leq 63$	$3 \leq t \leq 100$	
S235JR				360	20
S235J0	235	225	215	360	0
S235J2				360	-20
S275JR				410	20
S275J0	275	265	255	410	0
S275J2				410	-20
S355JR				470	20
S355J0	355	345	335	470	0
S355J2				470	-20
S355K2				470	-20 ⁽¹⁾
S450J0	450	430	410	550	0

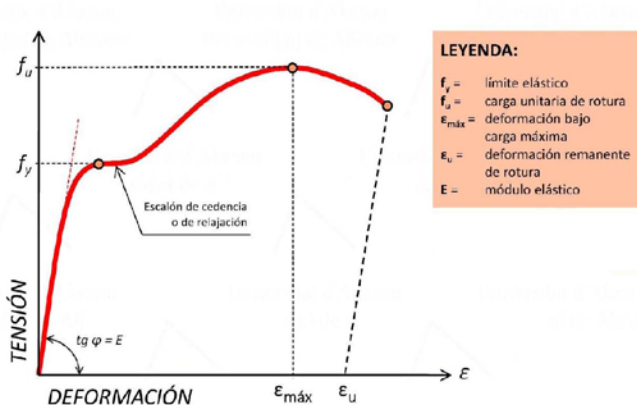
⁽¹⁾ Se le exige una energía mínima de 40J.

ACERO. DB SE-A, EAE 2010
 ACER. DB SE-A, EAE 2010

3. Las siguientes son características comunes a todos los aceros:

- módulo de Elasticidad: E 210.000 N/mm²
- módulo de Rigidez: G 81.000 N/mm²
- coeficiente de Poisson: ν 0,3
- coeficiente de dilatación térmica: α $1,2 \cdot 10^{-5}$ (°C)⁻¹
- densidad: ρ 7.850 kg/m³

Diagrama **tensión-deformación** del acero:

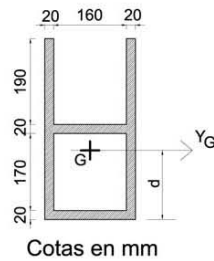


Los profesores de esta red han preparado nuevos materiales de evaluación continua de las distintas unidades didácticas del curso 2015-16, a modo de ejemplo se ilustran, en las figuras 7 y 8, ejemplos de los enunciados de las pruebas realizadas en el aula durante el curso académico 2015-16 y en los exámenes finales de junio y julio. Para la confección de los citados enunciados, los profesores componentes de la red

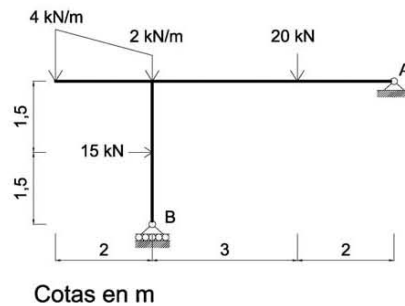
celebraban regularmente reuniones en los que se concretaban tanto la tipología del enunciado como el criterio de evaluación y puntuación de dichas pruebas. El reparto del trabajo en la vigilancia, corrección y revisión de estas pruebas ha sido dirigido por el coordinador de esta red de investigación docente.

Figura 7: Ejemplo de la primera prueba de evaluación docente del Curso 2015-16

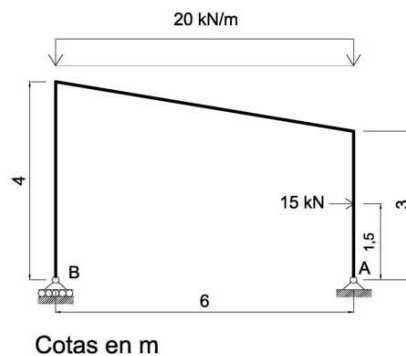
1. Calcular el centro de gravedad (distancia d) y el Momento de Inercia I de la sección de la siguiente figura respecto al eje Y_G (2,5 puntos).



2. Calcular las reacciones en los apoyos A y B de la siguiente estructura isostática (2,5 puntos).



3. Calcular y dibujar los diagramas de esfuerzos (N, Q, M) de la siguiente estructura isostática (5 puntos).

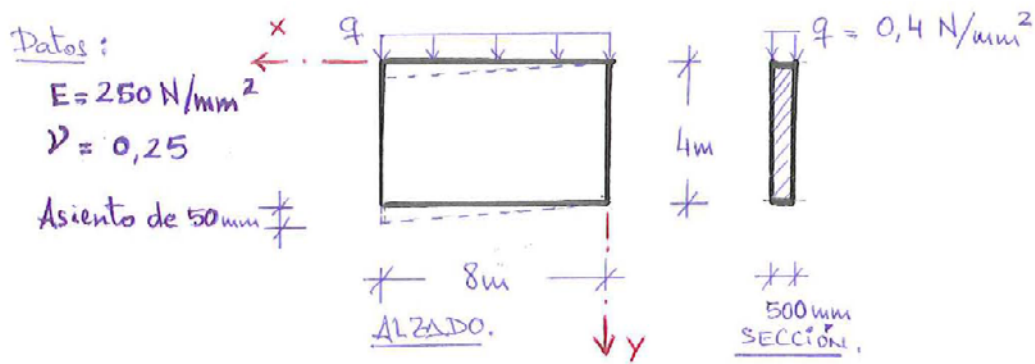


CUMPLIMENTAD LOS DATOS PERSONALES Y ENTREGAD JUNTO CON EL RESTO DE HOJAS DEL CONTROL.
TIEMPO: 2 HORAS.

Figura 8: Ejemplo de la prueba de evaluación de Julio del Curso 2015-16

GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA.	CÁLCULO DE ESTRUCTURAS I.	2º CURSO.	2015/16
EXAMEN CONVOCATORIA JULIO		FECHA:	06.07.16
APELLIDOS Y NOMBRE:		DNI:	

2. En el muro de fábrica de la figura se produce un asiento diferencial de 50 mm. Suponiendo que sobre el muro apoya un forjado que le transmite una tensión de $0,4 \text{ N/mm}^2$, se pide:
- Matriz de tensiones y deformaciones del muro. (1 punto)
 - Determinar si aparecen grietas en el muro sabiendo que el muro tiene una σ_{adm} de $0,39 \text{ N/mm}^2$ (tracción). (1 punto)
 - Auxiliándote del círculo de Mohr obtener las direcciones principales de las tensiones normales. (0,5 puntos)



Tal y como se ha comentado anteriormente, los miembros de esta red han colaborado en la organización de la XIV Edición del Concurso de Estructuras, herramienta docente complementaria de las clases teórico-prácticas del aula. El Concurso de Estructuras proporciona al estudiante una herramienta para conocer el funcionamiento de las estructuras de una manera diferente. Esta actividad rompe la rutina de las clases de teoría y práctica de pizarra. El Concurso supone para los estudiantes una experiencia distinta de las que habitualmente desarrollan durante su etapa universitaria, siendo esta actividad valorada de forma muy positiva edición tras edición, según la opinión de los participantes en la misma. Las estructuras ganadoras, las más resistentes, reciben el premio para sus autores de un incremento en la nota final de la asignatura de Cálculo de Estructuras en la que el estudiante está matriculado. Además, los ganadores reciben un libro de lectura de reconocido prestigio en el ámbito del Cálculo de las Estructuras.

Las estructuras presentadas deberán cumplir los requisitos que establecen las bases del Concurso. La forma de las estructuras es libre y siempre deben dejar un hueco en su interior de 80 cm de largo y 40 cm de alto. El excesivo peso de las estructuras se penaliza mediante una reducción de la resistencia de la estructura obtenida durante el ensayo de laboratorio. Las estructuras, una vez ensayadas, se ordenan por orden de mayor a menor resistencia efectiva, siendo ésta el valor de la resistencia obtenida del ensayo disminuida por un porcentaje en función del peso propio de la estructura. El porcentaje de penalización de las estructuras varía cada edición en función del tipo de material de la misma, así como las dimensiones mínimas citadas y la forma de carga.


Los materiales utilizados en diversas ediciones del Concurso de Estructuras han sido: acero (varillas lisas, roscadas, corrugadas, láminas), madera (varillas, palillos), papel, tiza y cobre.




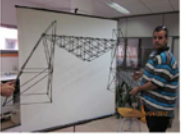

Se adjunta en la figura 9 y a modo de ejemplo las bases de la XIV Edición del Concurso de Estructuras.

Figura 9: Bases de la XIV Edición del Concurso de Estructuras

XIV CONCURSO DE ESTRUCTURAS

Curso 2015/2016











Se convoca a los estudiantes de Grado en Arquitectura, Grado en Fundamentos de la Construcción, Grado en Ingeniería Civil y Grado en Arquitectura Técnica matriculados en asignaturas de Cálculo de Estructuras del Área de Mecánica de los Medios Continuos e Ingeniería de la Construcción, pertenecientes al Departamento de Ingeniería Civil, al DÉCIMO CUARTO CONCURSO DE ESTRUCTURAS, con las siguientes bases:


- Podrá participar cualquier estudiante matriculado en dichas asignaturas a lo sumo en grupos de 2 personas. La estructura deberá estar construida con **barras de palillos de madera cilíndricos, de dimensiones máximas 250 mm de longitud por 4 mm de diámetro (similares a los utilizados para "pinchos" y "brochetas")**, en cada elemento de la estructura sólo se podrán agrupar **cuatro palillos** como máximo. Los palillos podrán estar unidos entre sí de forma discontinua (con una distancia mayor que un cuarto de la longitud de la barra o 5 cms), pero no forrados o unidos por otros elementos como papel, cinta aislante, chapa metálica, pegamento, resina epoxi, etc, de manera continua, que distorsione su comportamiento. En las uniones entre elementos estructurales se podrá utilizar el material y solución que el estudiante considere oportuno como por ejemplo cola, preparación de bordes, pieza especial, remaches, pasadores metálicos, etc. La estructura podrá tener cualquier forma y tipología, pero deberá dejar libre un hueco para paso a su través de un rectángulo de **80 cm** de lado horizontal y **40 cm** en vertical. Las estructuras presentadas se cargarán exteriormente por el centro de luz, hasta rotura, estando apoyadas sobre el suelo. A tal efecto, se proveerá de una sufidera con cara horizontal superior de 4x3 cm² como mínimo (cuyo peso no computará como estructura sino como carga) y en su parte inferior tendrá una forma adecuada a la estructura participante para transmitir la carga a la misma de forma repartida. En caso de varias estructuras candidatas, se otorgarán hasta **8 premios**, consistentes en:
 - 1º premio: **+1 punto de la calificación final en la asignatura y un ejemplar del libro Razón y Ser de los Tipos Estructurales (E. Torroja) o libro equivalente.**
 - 2º premio: **+0.8 puntos de la calificación final de la asignatura y un ejemplar del libro Razón y Ser de los Tipos Estructurales (E. Torroja) o libro equivalente.**
 - 3º premio: **+0.6 puntos de la calificación final de la asignatura y un ejemplar del libro Razón y Ser de los Tipos Estructurales (E. Torroja) o libro equivalente.**
 - 4º premio: **+0.4 puntos.**
 - 5º y 6º premio: **+0.3 puntos.**
 - 7º y 8º premio: **+0.2 puntos.**
- Cuando una estructura concursante haya sido realizada en grupo, se repartirá el premio a partes iguales. La **clasificación de las estructuras** presentadas y cargadas hasta rotura se hará por **Resistencias Efectivas decrecientes**. Llamando **R** a los **K_p** de carga que producen el colapso de la estructura y **P** a los de su peso propio, la Resistencia Efectiva se define como: $R_{Ez} = [1-(P/10)] \times R$. (Cualquier duda sobre el concurso puede consultarla al profesor responsable del mismo **Antonio González Sánchez y Juan Carlos Pomares Torres** a través de los siguientes correos electrónicos: antonio.gonzalez@ua.es y jc.pomares@ua.es. Las estructuras se pesarán y cargarán hasta rotura en acto público, previamente cada participante explicará el proceso de diseño de su prototipo.
- Fecha realización concurso: **Miércoles, 23 de marzo de 2016 a las 8:30 h.** Lugar: **Laboratorio del Dpto. de Ing. Civil. Planta Baja. Edificio Politécnica II. (Nuevas dependencias del edificio P II).**
- El jurado estará constituido por profesores de las asignaturas indicadas. El fallo será inapelable. Cualquier particularidad no contemplada en estas bases quedará sujeta a la decisión también inapelable del jurado.
- El **plazo de inscripción** finalizará el **Lunes, 21 de marzo de 2016 a las 14:00h** y se realizará mediante escrito entregado en la Secretaría del Departamento de Ingeniería Civil. (Edif. Pol. II 1ª pl.) o bien a través de los correos electrónicos antes mencionados, indicando los siguientes datos:


Concursante: Apellidos, nombre, teléfono y correo electrónico.	Asignatura cursada por el estudiante: Nombre de la misma.	Profesor responsable de dicha asignatura: Nombre del mismo
---	--	---


ORGANISMOS COLABORADORES DEL XIV CONCURSO DE ESTRUCTURAS:











Recientemente la última tarea que han desempeñado conjuntamente todos los miembros de esta red, y en especial el coordinador jefe de esta red y responsable de la asignatura, ha sido revisar y adaptar la guía docente existente de Cálculo de Estructuras

I de 2º Curso del Grado en Arquitectura Técnica para el curso 2016-17 siguiendo la nueva normativa de evaluación de la Universidad de Alicante.

Se adjunta en figuras 10 y 11 a modo de ejemplo resumen de la guía docente modificada para el próximo curso.

Figura 10: Portada de la Guía Docente para el Curso 2016-17.

GUÍA DOCENTE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS I (2016-17)			
Datos Generales			
Código	16017		
Crdts. ECTS.	9		
Departamentos y Áreas			
Departamentos	Área	Dpto. Respon.	Respon. Acta
INGENIERÍA CIVIL	MECANICA DE MEDIOS CONTINUOS Y TEORIA DE ESTRUCTURAS	✓	✓
Estudios en los que se imparte			
GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA			
Contexto de la asignatura (2016-17)			
La asignatura está ubicada en el segundo cuatrimestre. El alumno adquirirá los conceptos básicos sobre el cálculo estructural, así como la capacidad para dimensionar y comprobar las estructuras metálicas de los proyectos que deberá dirigir en el ejercicio profesional posterior.			
Profesor/a responsable			
Pomares Torres , Juan Carlos			
Profesores (2016-17)			
SEMINARIO TEÓRICO-PRÁCTICO DE 16017	Grupo	Profesor/a	
	1	Pomares Torres, Juan Carlos PROFESOR/A AYUDANTE DOCTOR/A	
	2	CASTRO LOPEZ, RICARDO PROFESOR/A ASOCIADO/A LOU IRLES MAS, RAMON CATEDRÁTICO/A DE UNIVERSIDAD Pomares Torres, Juan Carlos PROFESOR/A AYUDANTE DOCTOR/A	
	3	Pomares Torres, Juan Carlos PROFESOR/A AYUDANTE DOCTOR/A	

Se adjunta a continuación el índice de los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura de CEI del GAT para el Curso 2016-17:

BLOQUE 1

Tema 1 INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción a la asignatura.

1.2. Objetivos.

1.3. Repaso de conceptos físicos y matemáticos (unidades, vectores, trigonometría, geometría de masas, estática, etc.).

1.4. Esquema general del cálculo estructural.

1.5. Tipologías estructurales.

Tema 2 DISEÑO DE SISTEMAS ESTRUCTURALES

- 2.1. Diseño y modelización de la estructura
- 2.2. Sistemas de barras. Vínculos exteriores. Conexiones interiores. Ejemplos.
- 2.3. Criterios de estaticidad.
- 2.4. Los materiales y sus propiedades mecánicas.
- 2.5. Coeficientes de seguridad. Acciones sobre edificación. Coeficientes de mayoración y coeficientes de simultaneidad.

Tema 3 DISTRIBUCIÓN DE SOLICITACIONES

- 3.1. Solicitaciones en sistemas de barras.
- 3.2. Conceptos teóricos.
- 3.3. Principios e hipótesis fundamentales.
- 3.4. Ecuaciones de equilibrio en la rebanada.
- 3.5. Reacciones exteriores.
- 3.6. Leyes de esfuerzos en estructuras isostáticas.

BLOQUE 2

Tema 4 TENSIONES EN RÉGIMEN ELÁSTICO

- 4.1. Tensiones en régimen elástico.
- 4.2. Tensiones normales (tracción, compresión, flexión simple y flexión compuesta).
- 4.3. Tensiones tangenciales (esfuerzo cortante y torsión). Combinación de tensiones normales y tangenciales.
- 4.4. Dimensionamiento a resistencia de elementos estructurales.

Tema 5 ELASTICIDAD

- 5.1. Conceptos básicos de elasticidad.
- 5.2. Tensiones y deformaciones.
- 5.3. Ley de Hooke.
- 5.4. El comportamiento tenso-deformacional de los materiales estructurales.

BLOQUE 3

Tema 6 DEFORMACIONES ELÁSTICAS

- 6.1. Deformaciones en régimen elástico.
- 6.2. Deformaciones por flexión: ecuaciones de la elástica y teoremas de Mohr.
- 6.3. Deformaciones admisibles.
- 6.4. Comprobación de deformaciones en elementos estructurales.
- 6.5. Estados límites de servicio.

Tema 7 HIPERESTÁTICAS

7.1. Estructuras hiperestáticas.

7.2. Conceptos generales, resolución y simplificaciones por simetría.

BLOQUE 4

Tema 8 ESTRUCTURAS METÁLICAS

8.1. CTE SE, EAE, Estructuras metálicas, Propiedades mecánicas del acero.

8.2. Dimensionado de secciones.

8.3. Resistencia a nivel de sección.

8.4. Resistencia a nivel de barra. Comprobación de secciones.

8.5. Pandeo de piezas rectas. Uniones.

Figura 11: Criterios de Evaluación de la Guía Docente para el Curso 2016-17.

Evaluación			
Sistema general de evaluación			
La evaluación del grado de consecución de los objetivos se llevará a cabo de forma continuada a lo largo del curso mediante pruebas escritas, orales o gráficas, valorándose además la realización y exposición oral de problemas y trabajos de aplicación en los que se demuestre la adquisición de competencias, la capacidad de síntesis, la capacidad de razonamiento lógico y crítico así como la capacidad de transmisión ordenada de información.			
Instrumentos y Criterios de Evaluación (2016-17)			
La nota final se obtendrá como: $A \times 0.50 + B \times 0.50$, debiendo ser igual o superior a 5 para aprobar la asignatura, siendo:			
A = Nota del examen final, debiéndose obtener una calificación media mínima de 4 (sobre 10).			
B = Nota media de los cuatro controles periódicos correspondientes a los cuatro Bloques Temáticos en los que se divide la asignatura, debiéndose obtener una calificación media mínima de 4 (sobre 10).			
A y B serán recuperables en la/s convocatoria/s extraordinaria/s.			
Tipo	Criterio	Descripción	Ponderación
ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN DURANTE EL SEMESTRE	Se realizarán cuatro controles escritos, correspondientes a los cuatro Bloques Temáticos en los que se divide la asignatura, debiéndose obtener una calificación media mínima de 4 (sobre 10).	CONTROLES PERIÓDICOS (Recuperable en convocatoria extraordinaria)	50
EXAMEN FINAL	El alumno se examinará a final de curso del contenido total de la asignatura. El examen constará de cuatro partes, correspondientes a los cuatro Bloques Temáticos en los que se divide la asignatura, debiéndose obtener una calificación media mínima de 4 (sobre 10).	EXAMEN FINAL (Recuperable en convocatoria extraordinaria)	50
TOTAL			100
Fechas de exámenes oficiales (2016-17)			
Información no disponible en estos momentos.			
(*) 1:1 - CAS			
(*) 2:2 - CAS			
(*) 3:3 CAT - VAL			

3. CONCLUSIONES

En esta memoria se ha presentado un resumen del tremendo trabajo realizado durante el curso 2015-16 para proporcionar a la asignatura de Cálculo de Estructuras I de un material docente revisado y mejorado en la titulación del Grado en Arquitectura Técnica en la Universidad de Alicante, haciendo participar a la totalidad del profesorado responsable de impartir la asignatura. Para ello se han celebrado reuniones periódicas durante el curso, en las que se ha definido de forma concreta las etapas de trabajo y los objetivos a cumplir en cada una de las fases.

En todo momento se ha dado prioridad a que el estudiante alcance los objetivos y competencias marcadas por la propia Universidad de Alicante dentro del título del Grado en Arquitectura Técnica.

4. DIFICULTADES ENCONTRADAS

La principal dificultad encontrada ha sido la sobrecarga de trabajo a la que se ve sometido el personal docente e investigador. Esto anterior ha sido solventado gracias a la vocación docente de este grupo de profesores y a su gran capacidad de trabajo para llevar a buen puerto esta labor de investigación y mejora de la docencia de este proyecto.

5. PROPUESTAS DE MEJORA

Con el fin de mejorar la comunicación entre los participante y el intercambio de material electrónico, se prevé la utilización del UA Cloud como herramienta colaborativa entre todos los participantes.

6. PREVISIÓN DE CONTINUIDAD

El trabajo realizado durante este curso académico, resumido en esta memoria, no ha finalizado, al contrario, será necesario continuar y mejorar durante el próximo curso, confiando que la experiencia y el proyecto realizado sirvan como punto de partida.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Informe de evaluación de la Aneca del 24/04/2015 del título oficial de arquitectura técnica.

Memoria verificada del Grado de Arquitectura Técnica.

Plan de Estudios del Grado en Arquitectura Técnica.

- BAIN, K., “Lo que hacen los mejores profesores universitarios”, *Universitat de València, Segunda Edición, 2007.*
- DE MIGUEL DÍAZ, M., “Metodologías de Enseñanza y Aprendizaje para el Desarrollo de Competencias”, Orientaciones para el Profesorado Universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior, *Alianza Editorial, Madrid, 2006.*
- GILBERT, I., “Motivar para aprender en el aula”, Las siete claves de la motivación escolar, *Paidós Ibérica, S.A. Barcelona, 2005.*
- MARTÍNEZ RUIZ, M.A.; CARRASCO EMBUENA, V., “La multidimensionalidad de la Educación Universitaria”, Redes de Investigación Docente – Espacio Europeo de Educación Superior, Editorial Marfil, S.A., Vol. I, 2007.
- SOUSA, D. A., “Cómo Aprende el Cerebro”, Una guía para el maestro en la clase, *Corwin Press, Inc., Segunda Edición, California, 2002.*
- POMARES, J.C.; IRLES, R.; FERRER, B.; GONZÁLEZ, A.; GARCIA, J. Aprendizaje y motivación en la enseñanza de las estructuras. III Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Ingeniería Estructural de ACHE. Valencia, Junio 2013.