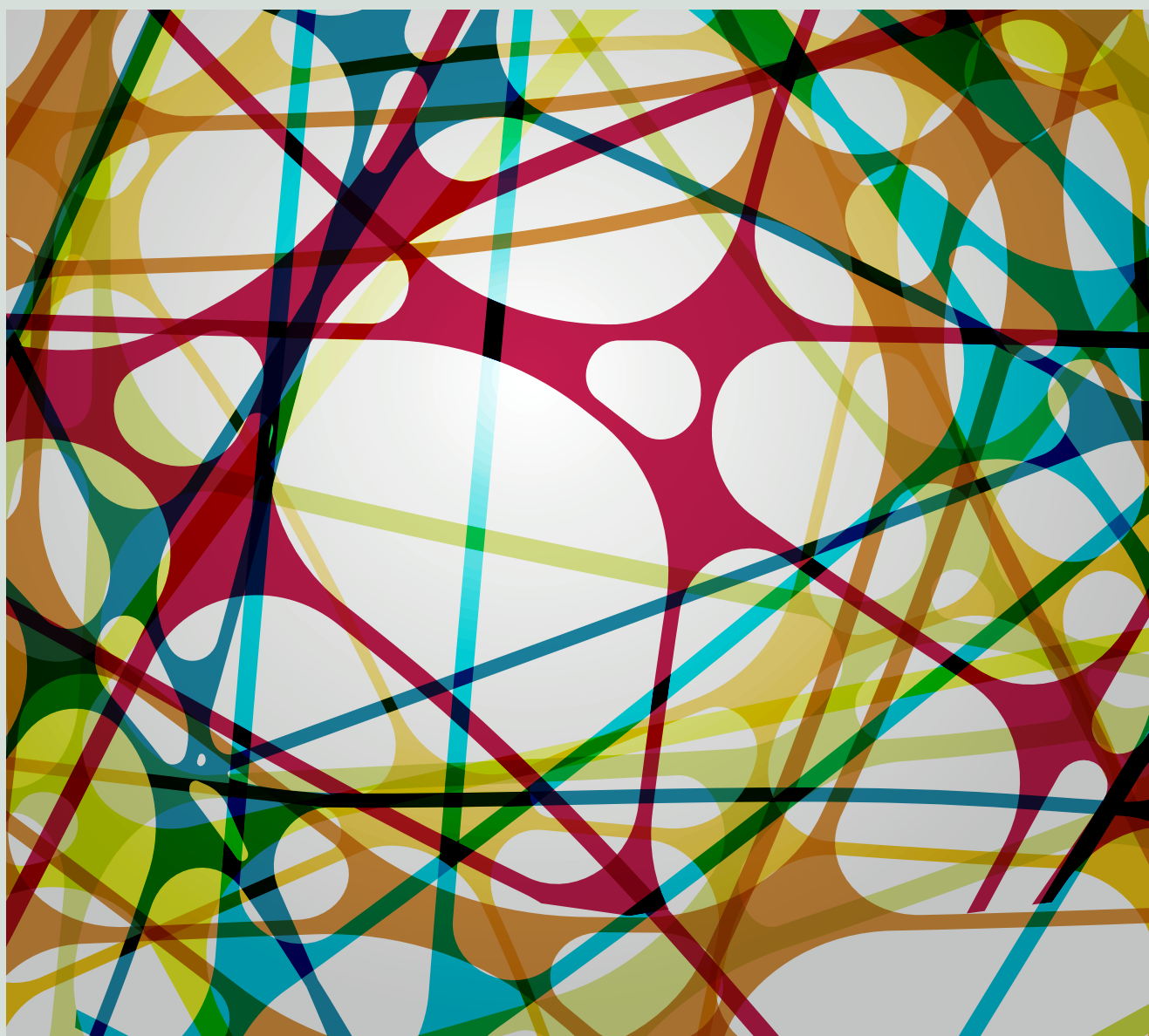




Memòries del Programa de Xarxes-I3CE de qualitat,  
innovació i investigació en docència universitària.  
Convocatòria 2019-20

Memorias del Programa de Redes-I<sup>3</sup>CE de calidad,  
innovación e investigación en docencia universitaria.  
Convocatoria 2019-20



Rosabel Roig Vila, R. (Coord.)  
Jordi M. Antolí Martínez, Rocío Díez Ros, Neus Pellín Buades (Eds.)

Memòries del Programa de Xarxes-I3CE de  
qualitat, innovació i investigació en docència  
universitària. Convocatòria 2019-20

Memorias del Programa de Redes-I3CE de  
calidad, innovación e investigación en docencia  
universitaria. Convocatoria 2019-20

Rosabel Roig-Vila (Coord.),  
Jordi M. Antolí Martínez, Rocío Díez Ros & Neus Pellín Buades (Eds.)

Memòries de les xarxes d'investigació en docència universitària pertanyent al Programa Xarxes-I3CE d'Investigació en docència universitària del curs 2019-20 / *Memorias de las redes de investigación en docencia universitaria que pertenece al Programa Redes -I3CE de investigación en docencia universitaria del curso 2019-20*

Organització: Institut de Ciències de l'Educació (Vicerectorat de Qualitat i Innovació Educativa) de la Universitat d'Alacant/ *Organización: Instituto de Ciencias de la Educación (Vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa) de la Universidad de Alicante*

Edició / Edición: Rosabel Roig-Vila (Coord.), Jordi M. Antolí Martínez, Rocío Díez Ros & Neus Pellín Buades (Eds.)

Comité tècnic / Comité técnico: Neus Pellín Buades

Revisió i maquetació: ICE de la Universitat d'Alacant/ Revisión y maquetación: ICE de la Universidad de Alicante

Primera edició: / *Primera edición:*

© De l'edició/ *De la edición:* Rosabel Roig-Vila , Jordi M. Antolí Martínez, Rocío Díez Ros & Neus Pellín Buades.

© Del text: les autores i autors / *Del texto: las autoras y autores*

© D'aquesta edició: Institut de Ciències de l'Educació (ICE) de la Universitat d'Alacant / *De esta edición: Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad de Alicante*

ice@ua.es

ISBN: 978-84-09-24478-2

Qualsevol forma de reproducció, distribució, comunicació pública o transformació d'aquesta obra només pot ser realitzada amb l'autorització dels seus titulars, llevat de les excepcions previstes per la llei. Adreceu-vos a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necessiteu fotocopiar o escanejar algun fragment d'aquesta obra. / *Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.*

Producció: Institut de Ciències de l'Educació (ICE) de la Universitat d'Alacant / Producción: Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad de Alicante

EDITORIAL: Les opinions i continguts dels textos publicats en aquesta obra són de responsabilitat exclusiva dels autors. / *Las opiniones y contenidos de los textos publicados en esta obra son de responsabilidad exclusiva de los autores.*

## **15. Docencia relacionada con las estructuras de hormigón armado en el Grado en Fundamentos de la Arquitectura: Análisis, evaluación y propuestas de mejora**

J.M. Ortega Álvarez; M. Miró Oca; T. Real Herraiz; M.A. Climent Llorca; S. Esteve Verdú;  
J. Colomina Monllor

[jm.ortega@ua.es](mailto:jm.ortega@ua.es); [m.miro@ua.es](mailto:m.miro@ua.es); [teresa.real@ua.es](mailto:teresa.real@ua.es); [ma.climent@ua.es](mailto:ma.climent@ua.es); [sesteve@ua.es](mailto:sesteve@ua.es); [jose.colomina@ua.es](mailto:jose.colomina@ua.es)

*Departamento de Ingeniería Civil  
Universidad de Alicante*

### **RESUMEN**

Dentro del ámbito profesional de la Arquitectura, la formación en cálculo de estructuras en general, y en el diseño de estructuras de hormigón armado en particular juega un papel de gran importancia. No obstante, su aprendizaje es relativamente complejo. En el Grado en Fundamentos de la Arquitectura de la Universidad de Alicante, la materia relacionada con las estructuras de hormigón se imparte en la asignatura Estructuras 3 del cuarto curso de la titulación. El actual equipo docente lleva impartiendo la asignatura desde el curso 2015-16, por lo que resulta de interés analizar los resultados obtenidos desde entonces hasta el curso actual 2019-20, con el fin de detectar posibles debilidades y fortalezas. Entre los diferentes ítems de evaluación, se han analizado los resultados obtenidos en los dos trabajos de evaluación continua y en los ejercicios acerca del diseño de elementos de hormigón armado que se incluyen en los exámenes finales de la asignatura. Se ha observado que los resultados de los trabajos de evaluación continua son bastante mejores que los obtenidos por los estudiantes en los ejercicios de la misma temática incluidos en los exámenes finales. Por ello, las propuestas de mejora deberían centrarse en aspectos relacionados con el examen final.

**Palabras clave:** Fundamentos de la Arquitectura, estructuras, hormigón armado, evaluación continua, resultados docentes.

## 1. INTRODUCCIÓN

La implantación del Espacio Europeo de Educación Superior de acuerdo a la Declaración de Bolonia, iniciada en el curso 2010-11, supuso un importante cambio en las titulaciones impartidas en la universidad (Bermejo, 2009) y en las metodologías de enseñanza (Morell, 2004; Cabeza, 2012). En el caso de la antigua titulación de Arquitectura, después de una primera adaptación como Grado en Arquitectura, definitivamente quedó articulada en el actual contexto a través del Grado en Fundamentos de la Arquitectura y el Máster en Arquitectura.

Dentro del ámbito profesional de la Arquitectura, la formación en cálculo de estructuras en general, y en el diseño de estructuras de hormigón armado en particular juega un papel fundamental. No obstante, su aprendizaje es relativamente complejo. En el Grado en Fundamentos de la Arquitectura de la Universidad de Alicante, la materia relacionada con las estructuras de hormigón armado se imparte en la asignatura Estructuras 3 de cuarto curso de la titulación. El actual equipo docente lleva impartiendo la asignatura desde el curso 2015-16. En ese caso, llegado este momento, se considera que es necesario realizar un análisis completo de los resultados obtenidos en la asignatura, especialmente en lo referente a los contenidos relacionados con el diseño de estructuras de hormigón armado, desde entonces hasta el curso actual, con el fin de detectar posibles problemas, debilidades y fortalezas, así como plantear, en caso de que sean necesarios, cambios en la metodologías de enseñanza y/o evaluación utilizadas hasta ahora, para de este modo mejorar el rendimiento de los alumnos que cursan la asignatura.

## 2. OBJETIVOS

Los objetivos del proyecto se exponen a continuación:

- Realizar un análisis detallado de los resultados obtenidos en la parte dedicada a las estructuras de hormigón armado de la asignatura Estructuras 3 del Grado en Fundamentos de la Arquitectura, en función del tipo de prueba de evaluación.
- En base al anterior análisis, se pretende determinar las posibles debilidades, fortalezas y áreas de mejora de la asignatura.
- Por último, se pretende establecer si es necesario realizar algún cambio en el planteamiento y en la metodología seguida en esa parte de la asignatura de cara a mejorar el rendimiento y aprendizaje de los estudiantes.

## 3. MÉTODO

### 3.1. Descripción del contexto y de los participantes

La asignatura “Estructuras 3”, objeto de esta investigación, se imparte en el Grado en Fundamentos de la Arquitectura en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante. El período de impartición es el segundo semestre del cuarto curso de la titulación.

Esta asignatura es de carácter obligatorio y su duración es de 6 créditos ECTS. En ese caso, la docencia presencial es de 60 horas, de las cuales 30 h son de clase magistral de teoría y 30 h son de clases prácticas de problemas. Tanto las clases de teoría con las clases prácticas de problemas se imparten en aula de teoría convencional. Las clases de teoría se apoyan en una colección de materiales y transparencias que ha sido elaboradas por los profesores de la asignatura. Por otra parte, las clases de problemas se dedican a la resolución de supuestos prácticos, buscando ir siempre de los casos elementales de aplicación directa

de la teoría a los problemas de desarrollo, más cercanos a la concepción proyectual de un diseño de una estructura de hormigón armado.

Los objetivos específicos planteados en la asignatura “Estructuras 3” son los siguientes:

- Conocimiento aplicado de las propiedades tecnológicas y leyes de comportamiento de los dos materiales (acero corrugado soldable y hormigón), tanto de forma individual como en conjunto, para resistir acciones mecánicas y químicas.
- Conocimiento aplicado de los tipos de análisis estructural contemplados en las normativas nacionales y europeas para estructuras de hormigón armado y pretensado y elementos de cimentación y contención.
- Capacidad para concebir, proyectar, diseñar y mantener elementos de hormigón estructural de moderada complejidad, incluyendo la definición de los elementos que los integran, materiales y condiciones de ejecución.
- Capacidad para interpretar la interacción suelo-estructura y concebir, proyectar, diseñar y mantener estructuras de cimentación y elementos de contención de moderada complejidad, incluyendo la definición de los elementos que los integran, materiales y condiciones de ejecución.
- Ser consciente de las implicaciones que tiene la naturaleza y limitaciones del comportamiento resistente del hormigón armado a la hora de abordar la concepción, proyecto y dirección de obra de estructuras de edificación.
- Capacidad para aplicar de forma correcta y coherente los conocimientos adquiridos en el proyecto de estructuras de hormigón específicas convencionales, en el entorno de equipos de trabajo reducidos.

Para alcanzar estos objetivos, los contenidos teóricos y prácticos impartidos en la asignatura se articulan en las siguientes unidades temáticas:

- Unidad 1 - “Introducción a la tecnología del hormigón armado”.
- Unidad 2 - “Estados Límite Últimos – Exigencias de resistencia y estabilidad”.
- Unidad 3 - “Estados Límite de Servicio – Exigencia de aptitud al servicio”.
- Unidad Temática 4 - “Estructuras de cimentación y elementos de contención”.

El 75% de la docencia presencial de la asignatura (45 horas) es impartida por profesorado perteneciente al área de conocimiento de Ingeniería de la Construcción del Departamento de Ingeniería Civil, abarcando los contenidos de las unidades temáticas 1, 2 y 3, que tratan sobre las estructuras de hormigón armado. El 25% restante de la docencia presencial de la asignatura (15 horas) es impartida por profesorado del área de conocimiento de Ingeniería del Terreno del mismo departamento, y comprende los contenidos de la unidad temática 4, que trata sobre las estructuras de cimentación y contención.

El trabajo de investigación expuesto en la presente memoria se centra en la parte de la asignatura dedicada a las estructuras de hormigón armado, por lo tanto a los contenidos y evaluación de las unidades 1, 2 y 3, aunque también se tratarán algunos de los resultados generales de la asignatura.

La evaluación de la asignatura consta de los siguientes ítems:

- Evaluación continua: 50% de la calificación final, que se compone de lo siguiente:
  - Trabajo de evaluación continua 1: 50 % de la evaluación continua.

- Trabajo de evaluación continua 2: 50 % de la evaluación continua.
- Examen final: 50% de la calificación final, formado por las siguientes partes:
  - Ejercicio 1: 25% del examen final.
  - Ejercicio 2: 25% del examen final.
  - Ejercicio 3: 25% del examen final.
  - Test: 25% del examen final.

Los dos trabajos de evaluación continua de la asignatura tratan sobre contenidos de las unidades temáticas 1, 2 y 3 (estructuras de hormigón armado) de la asignatura, así como los ejercicios 1 y 2 del examen final. El ejercicio 3 y el cuestionario tipo test del examen final tratan sobre contenidos de la unidad temática 4 (estructuras de cimentación y contención). La razón por la cual no se realizan trabajos de evaluación continua relacionados con la unidad 4 es porque ella se imparte en las últimas 4 semanas del semestre, lo cual conlleva que la entrega de cualquier hipotética actividad de evaluación continua de cierta entidad que se solicitase realizar a los alumnos sobre esa unidad, dando un plazo razonable para su resolución, fuese en fechas dentro del período de exámenes de la convocatoria C3, lo cual no se considera apropiado por el equipo docente de la asignatura.

En relación con los ítems de evaluación relacionados con los contenidos acerca de las estructuras de hormigón (unidades temáticas 1, 2 y 3), el trabajo 1 de evaluación continua y el ejercicio 1 del examen final tratan sobre el diseño de armado en pilares, mientras que el trabajo 2 de evaluación continua y el ejercicio 2 del examen final están relacionados con el diseño de armado en vigas.

Los investigadores participantes en el presente proyecto son José Marcos Ortega Álvarez (profesor titular y coordinador del proyecto), Marina Miró Oca (investigadora en formación del programa FPU), Teresa Real Herraiz (profesora ayudante doctora), Miguel Ángel Climent Llorca (catedrático de universidad), Salvador Esteve Verdú (profesor asociado) y José Colomina Monllor (profesor asociado). Todos ellos pertenecen al área de conocimiento de Ingeniería de la Construcción del Departamento de Ingeniería Civil

### 3.2. Descripción del instrumento utilizado para la investigación

El punto de partida de la investigación ha sido la información correspondiente a los resultados de evaluación de la asignatura Estructuras 3 desde el curso 2015-16 (primer curso en el que se impartió esta asignatura en el Grado en Fundamentos de la Arquitectura en la Universidad de Alicante) hasta el presente curso 2019-20. El instrumento utilizado para la investigación ha consistido en el análisis de forma cuantitativa de los resultados de la asignatura, en función de los diferentes criterios y parámetros que se exponen en el siguiente apartado.

### 3.3. Procedimiento

Respecto al procedimiento seguido en la investigación, en primer lugar, se ha recopilado toda la información sobre los resultados de la asignatura desde el curso 2015-16 hasta el actual curso 2019-20, guardada por los profesores responsables que ha tenido la asignatura durante ese período. Esa base de datos incluye información sobre los resultados en cada ítem de evaluación de la asignatura (trabajos, exámenes, etc.) para cada uno de los alumnos matriculados en ella, e incluso en las pruebas tipo examen están

disponibles los resultados por ejercicio y los datos sobre la relación de cada uno de estos ejercicios con las unidades temáticas de las que consta la asignatura.

Una vez organizados todos los datos anteriores, se ha procedido a su tratamiento y posterior análisis. Los ítems de evaluación analizados han sido los estrictamente relacionados con las unidades temáticas relacionadas con el diseño de estructuras de hormigón armado (unidades temáticas 1, 2 y 3) y alguno más general acerca de los resultados de evaluación de la asignatura. Concretamente los ítems de evaluación estudiados han sido los siguientes:

- Calificaciones obtenidas por los estudiantes en el trabajo 1 de evaluación continua de la asignatura, dedicado al diseño del armado en pilares.
- Calificaciones obtenidas por los estudiantes en el trabajo 2 de evaluación continua de la asignatura, dedicado al diseño del armado en vigas.
- Calificaciones obtenidas por los estudiantes en el ejercicio 1 del examen final de la asignatura en la convocatoria ordinaria C3, que contiene cuestiones relacionadas con el diseño de armado en pilares.
- Calificaciones obtenidas por los estudiantes en el ejercicio 2 del examen final de la asignatura en la convocatoria ordinaria C3, que contiene cuestiones relacionadas con el diseño de armado en vigas.
- Calificaciones globales de la asignatura Estructuras 3 en la convocatoria ordinaria C3.

El análisis de los resultados anteriores se ha realizado distribuyendo las calificaciones en los siguientes intervalos: < 5, 5-5,9, 6-6,9, 7-7,9, 8-8,9 y 9-10. Además se ha introducido un intervalo o categoría adicional designada como “no presentados” (NP), que engloba aquellos alumnos que no se han presentado al ítem de evaluación correspondiente.

#### 4. RESULTADOS

En la figura 1 se muestra la distribución de los resultados obtenidos en el trabajo 1 de evaluación continua de la asignatura, dedicado al diseño de armado en pilares. Como se puede observar la mayor parte de los alumnos obtienen notas en este trabajo superiores a 7. También es de destacar, que el porcentaje de alumnos con calificaciones más altas se ha incrementado en los últimos dos cursos.

Figura 1. Distribución de las calificaciones obtenidas por los estudiantes en el trabajo 1 de evaluación continua, dedicado al diseño del armado en pilares. Las siglas “NP” hacen referencia en las figuras de la memoria a aquellos alumnos que no se presentaron al ítem de evaluación correspondiente.



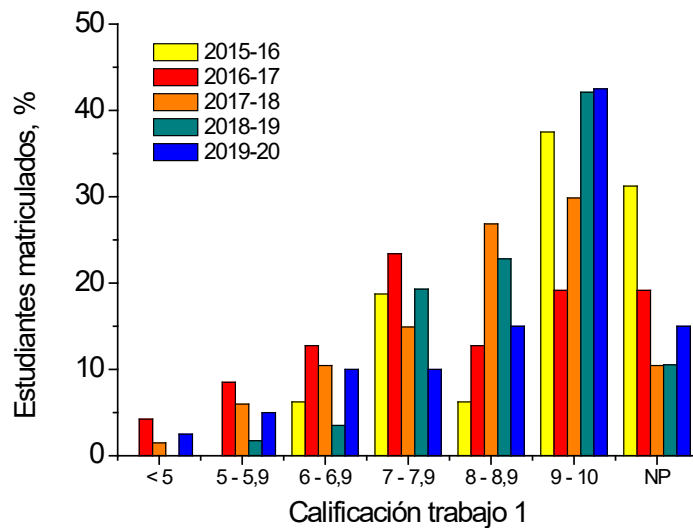
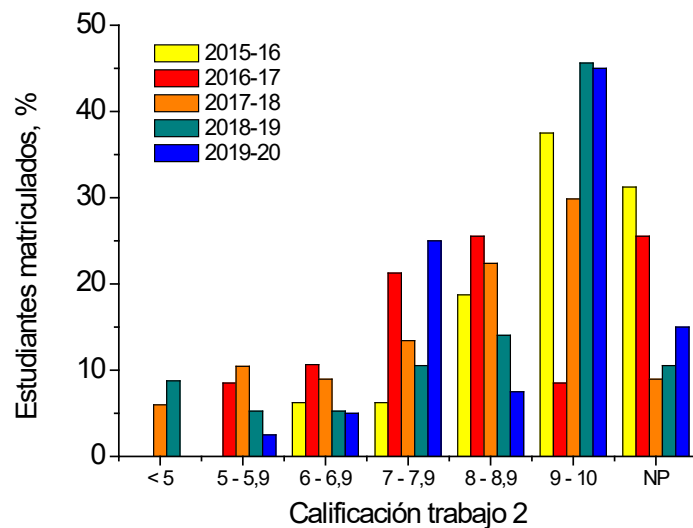


Figura 2. Distribución de las calificaciones obtenidas por los estudiantes en el trabajo 2 de evaluación continua de la asignatura, dedicado al diseño del armado en vigas.



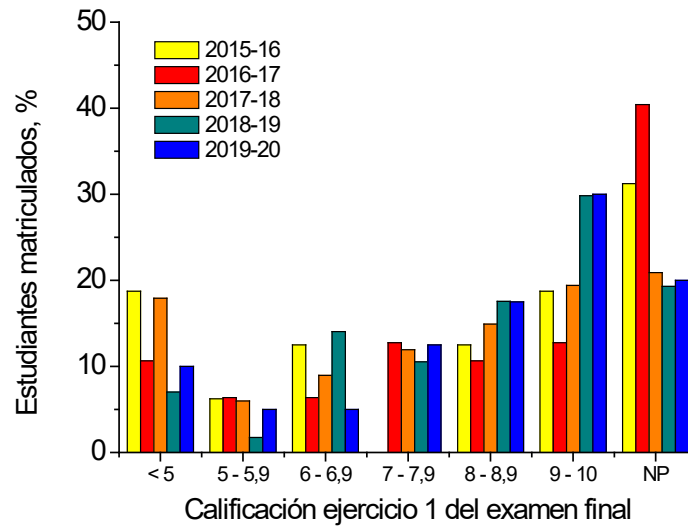
En la figura 2 se representa la distribución de las calificaciones en el trabajo 2 de evaluación continua de la asignatura, centrado en el diseño de armado en vigas. La distribución muestra similitudes con la explicada anteriormente para el trabajo 1, con la mayor parte de los alumnos obteniendo notas superiores a 7.

Por lo que respecta a la figura 3, en ella se muestra la distribución de notas en el ejercicio 1 del examen final. Por lo general, la distribución entre los diferentes intervalos de calificación es más uniforme, con un incremento del porcentaje en las notas más bajas en comparación con las obtenidas en el trabajo 1, con la misma temática que las cuestiones de este problema (diseño de pilares). Esta diferencia puede deberse al tiempo limitado y a la mayor presión por ello en la resolución durante el examen final.

La distribución de notas en el ejercicio 2 del examen final se representa en la figura 4. El porcentaje de alumnos que no aprueban este ejercicio 2 es bastante mayor que el de los que no superan el ejercicio 1. Esto se puede deber a la mayor dificultad que conllevan los ejercicios de diseño de vigas, en

conjunción con el tiempo limitado disponible en el examen para resolver el ejercicio. Igual que ocurría para el ejercicio 1, también se ha observado aquí un incremento del porcentaje en las notas más bajas en comparación con las obtenidas en el trabajo 2 de la misma temática (diseño de vigas).

Figura 3. Distribución de las calificaciones obtenidas por los estudiantes en el ejercicio 1 del examen final de la asignatura en la convocatoria ordinaria C3, que contiene cuestiones relacionadas con el diseño de pilares.



En la figura 5 se muestran la distribución de la calificaciones globales de la asignatura en la convocatoria ordinaria C3. Es de destacar la considerable reducción en el porcentaje de alumnos que no superan la asignatura en el presente curso 2019-20. Respecto a los alumnos que superan la asignatura, la mayor parte de ellos obtienen calificaciones finales entre 6 y 8, algo menores que las correspondientes a la evaluación continua, causadas por las notas más bajas en el examen final.

Figura 4. Distribución de las calificaciones obtenidas por los estudiantes en el ejercicio 2 del examen final de la asignatura en la convocatoria ordinaria C3, que contiene cuestiones relacionadas con el diseño de vigas.

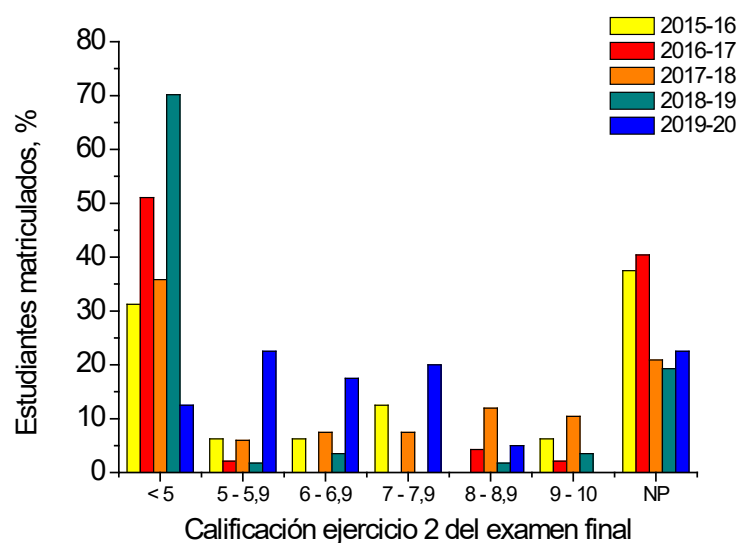
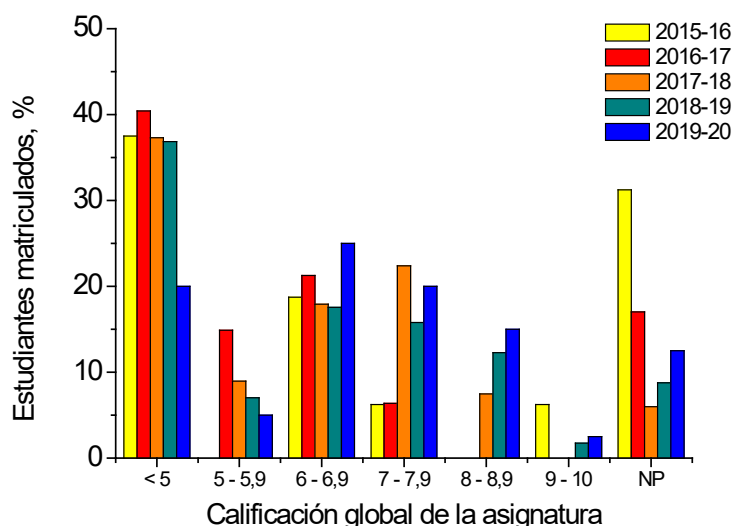


Figura 5. Distribución de las calificaciones globales de la asignatura Estructuras 3 en la convocatoria ordinaria C3, que incluye tanto la evaluación continua como el examen final.



## 5. CONCLUSIONES

En vista de todo lo expuesto anteriormente, podemos obtener las siguientes conclusiones:

- Los resultados en el trabajo 1 (diseño de pilares) de evaluación continua de la asignatura son ligeramente mejores que los del trabajo 2 (diseño de vigas). Lo mismo ocurre si comparamos los resultados de los ejercicios 1 y 2 del examen final. Esto se puede deber a la menor dificultad que implica el proceso del diseño del armado de pilares comparado con el de vigas.
- Los resultados del trabajo 1 de evaluación continua son bastante mejores que los observados en el ejercicio 1 del examen final, conteniendo ambos cuestiones sobre el diseño de pilares. También se ha observado lo mismo en la comparativa entre los resultados del trabajo 2 de evaluación continua y del ejercicio 2 del examen final, incluyendo en ambos casos preguntas sobre diseño de vigas. Esta diferencia puede estar relacionada con el tiempo limitado para la resolución durante el examen final, con la mayor presión que ello conllevaría, dando lugar a un número más elevado de errores por parte de los estudiantes.
- En vista de ello, las propuestas de mejora de la asignatura deberían centrarse en el planteamiento del examen final de la asignatura, posiblemente reduciendo la extensión de las cuestiones planteadas o bien dejando un mayor tiempo para su resolución.

## 6. TAREAS DESARROLLADAS EN LA RED

PARTICIPANTE DE LA RED	TAREAS QUE DESARROLLA
José Marcos Ortega Álvarez	Coordinación, redacción de la memoria, recopilación de datos y análisis de resultados
Marina Miró Oca	Recopilación de datos y análisis de resultados
Teresa Real Herraiz	Recopilación de datos y análisis de resultados
Miguel Ángel Climent Llorca	Recopilación de datos y análisis de resultados

Salvador Esteve Verdú	Recopilación de datos y análisis de resultados
José Colomina Monllor	Recopilación de datos y análisis de resultados

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bermejo, J.C. (2009). Words, only words. El proceso de Bolonia, o como cuadrar el caos. *Ingeniería y Territorio*, 87, 14-19.
- Cabeza, M., Diaz, B., Freire, L. Sánchez, I. (2012). Aplicaciones de la metodología del aprendizaje basado en problemas a la ingeniería de materiales. *Investigaciones sobre docencia Universitaria y Nuevas Metodologías*. Educación Editoria, Ourense, España.
- Morell, T. (2004). *La interacción en la clase magistral*. Ed. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante.