

Competencia Transversal `Pensamiento Crítico` en el Grado de Ingeniería Civil: Valoración previa

V. Yepes; J. V. Martí

ICITECH. Departamento de Ingeniería de la Construcción y P.I.C.

Universitat Politècnica de València

RESUMEN

Dentro del marco de las nuevas titulaciones de Grado asociadas al proceso de Convergencia Europea, se establecen además de las competencias específicas de la titulación académica, un conjunto de competencias transversales que tienen como objetivo preparar a los estudiantes en su inclusión al mercado laboral una vez finalizados los estudios. En la titulación de Grado en Ingeniería Civil se establecen 10 conceptos, equivalentes en términos de competencias transversales, para ser evaluados, asignándose para ello distintas asignaturas troncales o de especialidad. La competencia transversal denominada `pensamiento crítico` es asignada a la asignatura Procedimientos de Construcción que se cursa en 2º curso. La presente comunicación muestra los resultados de la percepción que tienen los alumnos de dicha asignatura respecto al pensamiento crítico basado en los fundamentos de los procesos constructivos. Se ha realizado para ello una encuesta anónima utilizando una escala Likert de 11 preguntas. Se ha elaborado un análisis factorial mediante el método de componentes principales para identificar las variables subyacentes o factores que expliquen la configuración de las correlaciones. Se ha propuesto un modelo de regresión múltiple para explicar las variables más comunales. Los resultados han permitido el diseño de actividades basadas en metodologías activas para la evaluación del pensamiento crítico.

Palabras clave: Competencias transversales; Pensamiento crítico; Aprendizaje en grado; Análisis de juicios; Encuesta en grado

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Evaluación de competencias transversales

La evaluación de las competencias transversales se ha convertido en un objetivo estratégico en el marco del plan de estudios de la Universitat Politècnica de València (UPV), impulsado por el Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación. Para el estudiante resulta muy importante adquirir y acreditar su formación en competencias, y para el empleador y la sociedad, resulta muy relevante conocer el nivel adquirido por el egresado. Para la UPV supone una mejora continua de sus títulos universitarios, con un valor añadido indudable, facilitándose de esta forma la acreditación nacional e internacional de sus títulos (<http://competencias.webs.upv.es/wp/>). El Grado en Ingeniería Civil (GIC) es un título oficial impartido en la UPV en el ámbito de la ingeniería civil y la construcción. Con el objeto de evaluar la competencia transversal “pensamiento crítico”, se ha seleccionado la asignatura de segundo curso “Procedimientos de Construcción II (PROC2)” de GIC, impartida en la Unidad Docente de Procedimientos de Construcción, a la que pertenecen los autores de esta comunicación.

1.2 Objetivos

Los objetivos de la comunicación son los siguientes:

- Valoración de la percepción de los alumnos de grado en el ámbito de la ingeniería civil de la importancia de los resultados de aprendizaje de la competencia transversal "pensamiento crítico".
- Conocer los factores subyacentes en los resultados de aprendizaje con el propósito de orientar la evaluación de dichos resultados.
- Elaborar un modelo explicativo basado en una regresión múltiple de las variables principales.
- Diseño de actividades y evaluación de los resultados de aprendizaje a la vista de los resultados de la encuesta realizada, basándose en el uso de metodologías activas.

2. METODOLOGÍA

2.1. Desarrollo de la innovación

La innovación planteada consiste en establecer el diseño de actividades basadas en metodologías activas de forma que se permita la evaluación de los resultados de aprendizaje más significativos de la competencia transversal “pensamiento crítico”. La novedad consiste en haber realizado, previo al diseño de las actividades, una recogida de datos formal a través de una encuesta que permita valorar la percepción de los alumnos respecto a los resultados de aprendizaje “a priori”. Estos resultados de aprendizaje, atendiendo al nivel de estudios de grado, son los detallados en la página web de la UPV: <http://competencias.webs.upv.es/wp/pensamiento-critico>.

Los resultados obtenidos en la encuesta han permitido comprobar que existen tres componentes subyacentes en la competencia de pensamiento crítico, que son los siguientes: competencia relacionada con el análisis crítico de la realidad, valorando los juicios que se formulan e identificando las implicaciones del problema para actuar en consecuencia, competencia basada en argumentar la pertinencia de los juicios que se emiten fundamentándolos en principios y valores, y competencia basada en la comunicación de juicios con criterios internos en la participación en debates.

Por tanto, atendiendo a los resultados obtenidos en la encuesta, se proponen las siguientes actividades basadas en metodologías activas para la evaluación de la competencia transversal:

- **Trabajo en grupo:** Realización de un trabajo en grupo de profundización de la asignatura. Se asigna una tipología distinta de construcción a cada grupo formado por tres o cuatro alumnos. El trabajo se desarrolla bajo unas directrices comunes: a) formato presentación Power-Point o similar, b) número máximo de diapositivas (10), c) índice: 1. Definición, 2. Historia, 3. Características generales, 4. Clasificación, 5. Ejemplos relevantes o curiosos, 6. Referencias y 7. Preguntas de evaluación. Cada grupo de alumnos plantea de 3 a 5 preguntas con sus repuestas, sabiendo que todas ellas forman parte del contenido que deben estudiar para el correspondiente examen parcial.
- **Presentación oral:** Los alumnos presentan la tipología de construcción asignada en un tiempo máximo de 10 minutos. Se realizan preguntas por parte del profesor y por los alumnos asistentes, teniendo que responder a todas ellas. Los alumnos saben que van a recibir dos evaluaciones: una evaluación del profesor que califica el trabajo como parte de la nota de la

asignatura y una evaluación por parte de algunos alumnos anónimos que en una escala del 1 al 5 valoran la interpretación y la calidad de la información, la capacidad de emitir juicios y la capacidad de crítica y encuentro de soluciones mejoradas. Con todo ello, se refuerza el aprendizaje de la competencia transversal.

2.2. Cuestionario

Para conocer la percepción de los alumnos de grado respecto a la importancia del pensamiento crítico como competencia transversal, se ha elaborado un conjunto de preguntas para realizar una encuesta anónima. Con el objeto de obtener la información necesaria para realizar la investigación, el cuestionario se ha dividido en dos partes: la primera trata de caracterizar a la población, preguntando el grupo del aula al que pertenece el individuo, el sexo, la edad, la nota obtenida y el tiempo dedicado a su estudio en la misma asignatura del primer cuatrimestre; en la segunda se plantearon 11 preguntas para conocer la opinión del encuestado respecto a la importancia del pensamiento crítico utilizando una escala Likert de 5 opciones para las respuestas: 1) muy en desacuerdo, 2) en desacuerdo, 3) a medias, 4) de acuerdo, 5) muy de acuerdo. En otros trabajos como el de Yepes (2014) se siguió una metodología similar. La herramienta de tratamiento de datos y análisis estadístico ha sido SPSS 17. Se examinan las variables y se aplica un análisis multivariante para interpretar los resultados.

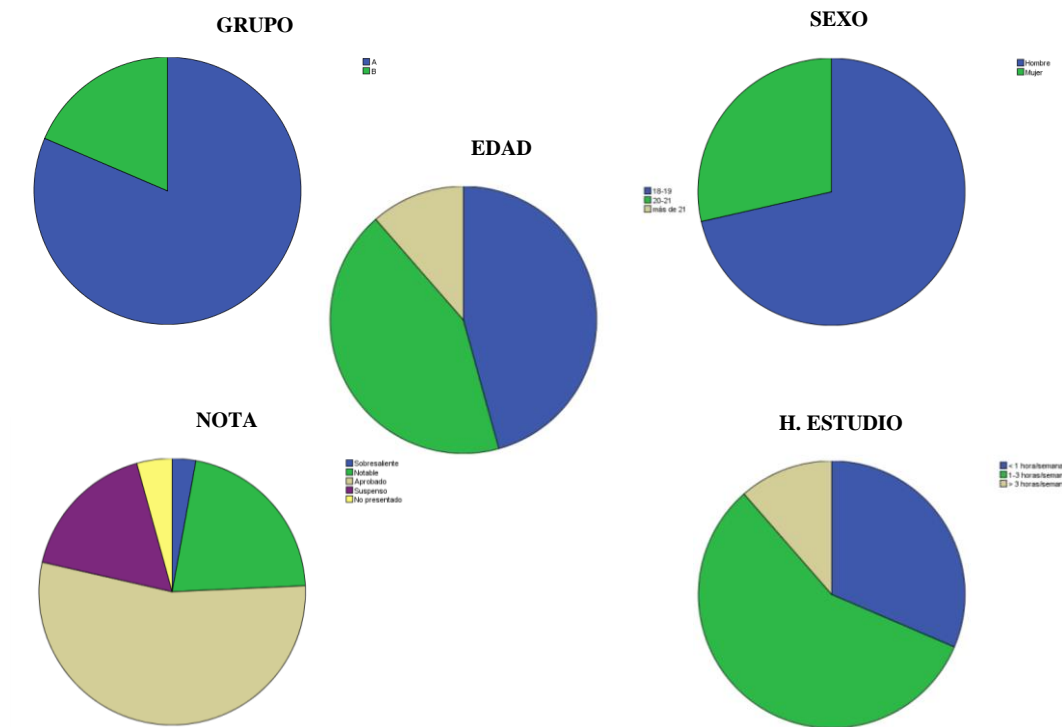
2.3. Caracterización de la encuesta realizada

Se ha realizado una muestra de conveniencia no probabilística a los alumnos de grado en Ingeniería Civil (Figura 1). El tamaño de la muestra ha sido $N = 70$, de los cuales 57 (81,4%) pertenecen al grupo "A" y 13 (18,6%) pertenecen al grupo "B". El nivel de confianza utilizado es del 95%, con $p=q=0,5$, lo cual implica un **error muestral** del 15,2%, suponiendo que la muestra representa una población infinita. Por otra parte, el **análisis de fiabilidad** medido a través del α de Cronbach, que es un indicador de la homogeneidad o consistencia interna de la escala de los ítems utilizados (P1 a P11); ha dado 0,804, lo cual se considera suficientemente alto. A continuación, se interpretan los resultados.

El perfil del encuestado se corresponde con un alumno varón del grupo "A", con una edad comprendida entre 18 y 19 años, que obtuvo como nota de la asignatura en el primer cuatrimestre un "Aprobado", habiéndole dedicado al estudio entre 1 y 3 horas

semanales. En efecto, los alumnos encuestados fueron 50 (71,4%), mientras que las alumnas fueron 20 (28,6%). En cuanto a grupos de edades, entre 18 y 19 años respondieron 32 (45,7%), entre 20 y 21 años respondieron 30 (42,9%) y con 22 o más contestaron 8 (11,4%). En cuanto a las notas obtenidas en el primer cuatrimestre fueron Sobresalientes 2 (2,9%), Notables 15 (21,4%), Aprobados 38 (54,3%), Suspenso 12 (17,1%) y No presentados 3 (4,3%). Las horas dedicadas al estudio semanal fueron menos de 1 hora 22 (31,4%), entre 1 y 3 horas fueron 40 (57,1%) y más de 3 horas fueron 8 (11,4%).

Figura 1. Caracterización de la muestra analizada



3. RESULTADOS

3.1. Análisis estadístico descriptivo

La Tabla 1 recoge la medias y las desviaciones típicas obtenidas para cada una de las 11 preguntas realizadas a los encuestados. Se comprueba que, aquellos resultados de aprendizaje a los que se da mayor importancia y están más de acuerdo es (1) actuar con coherencia y responsabilidad en sus decisiones y conductas, (2) el pensamiento crítico es una competencia clave en la formación del Ingeniero Civil, y (3) mostrar una

actitud crítica ante la realidad. Estas 3 valoraciones obtenidas están muy cerca unas de otras siendo la mayor diferencia de 0,16.

Tabla 1. Media y desviación típica de las respuestas al cuestionario

Nº	Pregunta	Media	D. Típ.
P10	Actuar con coherencia y responsabilidad en sus decisiones y conductas	4,49	,812
P11	El pensamiento crítico es una competencia clave en la formación del Ingeniero Civil	4,36	,762
P1	Mostrar una actitud crítica ante la realidad	4,20	,783
P2	Diferenciar hechos de opiniones, interpretaciones y valoraciones en las argumentaciones de otros	4,10	,783
P4	Reflexionar sobre las consecuencias y efectos que sus decisiones tienen sobre los demás	4,06	,796
P7	Identificar las implicaciones de un problema o propuesta en cuanto a derechos de las personas	4,01	,752
P6	Valorar las implicaciones prácticas de las decisiones y propuestas	3,86	,687
P8	Identificar ideas, principio, modelos y valores subyacentes en los juicios críticos	3,77	,745
P3	Participa activamente en los debates	3,61	,839
P5	Emitir juicios en función de criterios internos	3,52	,829
P9	Emitir juicios en función de criterios externos	3,47	,912

Por otra parte, los resultados de aprendizaje donde existen **mayores discrepancias** son (1) emitir juicios en función de criterios externos, y (2) participar activamente en los debates. El resultado de aprendizaje al que se le da la **menor importancia** es emitir juicios en función de criterios externos.

Tras realizar un **análisis de correlaciones** entre las preguntas realizadas, la más fuerte (correlación de Pearson de 0,548, con significación bilateral al nivel 0,000) corresponde a mostrar una actitud crítica ante la realidad (P1) y el pensamiento crítico es una competencia clave en la formación del ingeniero civil (P11). La siguiente correlación más fuerte (correlación de Pearson de 0,507, con una significación bilateral al nivel 0,000) es la relación entre identificar las implicaciones de un problema o propuesta en cuanto a derechos de las personas (P7) con reflexionar sobre las consecuencias y efectos que sus decisiones tienen sobre los demás (P4). Y por último, considerar que el pensamiento crítico es una competencia clave en la formación del ingeniero civil (P11) está correlacionado con actuar con coherencia y responsabilidad en sus decisiones y conductas (P10) (correlación de Pearson de 0,489, con significación bilateral al nivel 0,000).

3.2. Aplicación del análisis multivariante

A continuación se realiza un análisis factorial mediante el método de componentes principales (Yepes et al., 2009) para identificar las variables subyacentes o factores que expliquen la configuración de las correlaciones dentro del conjunto de variables observadas. En definitiva, se quiere averiguar los “constructos” o variables subyacentes que permitan explicar la mayoría de la varianza observada. Además, se va a realizar un análisis de regresión lineal múltiple para intentar explicar al máximo la valoración de "el pensamiento crítico es una competencia clave en la formación del ingeniero civil “e” identificar las implicaciones de un problema o propuesta en cuanto a derechos de las personas”.

3.2.1. *Análisis de componentes principales*

El análisis de componentes principales examina la interdependencia entre variables para reducir la dimensión de un conjunto original de variables a un nuevo subconjunto formado por variables no observables. En síntesis, calcula unos factores que sean combinación lineal de las variables originales y que, además, sean independientes entre sí. La primera componente principal se escoge de forma que explique la mayor parte de la varianza posible de las variables originales, y así sucesivamente. Esta técnica no presupone una dependencia a priori entre las variables, y por tanto, se aplica antes de iniciar una regresión múltiple (Shaw, 2003). Para evitar que la unidad de medida influya en los resultados, se ha empleado la matriz de correlaciones en lugar de la de covarianzas. De este modo, el valor medio de los componentes principales es 0 y su desviación típica, 1. Además, se ha tomado como criterio para determinar el número de componentes principales el que su autovalor sea superior a la unidad. Asimismo, para facilitar la interpretación, se ha empleado el método Varimax, que supone una rotación ortogonal que minimiza el número de variables que tienen saturaciones altas en cada factor (Kaiser, 1958).

Antes de realizar la extracción de los componentes principales, cada una de las variables queda explicada al 100% por ella misma. Sin embargo, una vez extraídas las componentes principales, éstas no explican toda la variabilidad de cada variable, pues se pierde información. En la Tabla 2 queda reflejada la desviación estandarizada tras la extracción, es decir, las comunalidades, que miden el grado de información que tenemos tras dicha extracción. Lo que mejor explica el modelo es la pregunta 5 (emitir juicios en

función de criterios internos), y la que menos la pregunta 6 (valorar las implicaciones prácticas de las decisiones y propuestas).

Con los criterios expuestos, subyacen 3 componentes principales que son capaces de explicar el 59,4% de la varianza de las 11 preguntas de la encuesta realizada (Tabla 3). Los componentes tienen que ver con los siguientes aspectos subyacentes:

- Componente 1: Competencias relacionadas con el análisis crítico de la realidad, valorando los juicios que se formulan e identificando las implicaciones del problema para actuar en consecuencia.
- Componente 2: Competencia basada en argumentar la pertinencia de los juicios que se emiten fundamentándolos en principios y valores.
- Componente 3: Competencia basada en la comunicación de juicios con criterios internos en la participación en debates.

La Tabla 4 recoge la matriz factorial de los componentes rotados, que indica la correlación existente entre cada uno de los componentes principales y las variables originales. Lo que representa son los pesos de cada variable en la relación lineal de cada componente principal con las distintas variables.

Tabla 2. Comunalidades

Nº	Pregunta	Extracción
P5	Emitir juicios en función de criterios internos	,796
P9	Emitir juicios en función de criterios externos	,735
P10	Actuar con coherencia y responsabilidad en sus decisiones y conductas	,686
P3	Participa activamente en los debates	,676
P2	Diferenciar hechos de opiniones, interpretaciones y valoraciones en las argumentaciones de otros	,604
P1	Mostrar una actitud crítica ante la realidad	,597
P11	El pensamiento crítico es una competencia clave en la formación del Ingeniero Civil	,551
P7	Identificar las implicaciones de un problema o propuesta en cuanto a derechos de las personas	,503
P4	Reflexionar sobre las consecuencias y efectos que sus decisiones tienen sobre los demás	,472
P8	Identificar ideas, principio, modelos y valores subyacentes en los juicios críticos	,464
P6	Valorar las implicaciones prácticas de las decisiones y propuestas	,448

Tabla 3. Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de la varianza	% acumulado
1	3,901	35,463	35,463
2	1,459	13,263	48,726
3	1,171	10,642	59,368

Tabla 4. Matriz de componentes rotados

Componentes		1	2	3
Nº	Pregunta			
P10	Actuar con coherencia y responsabilidad en sus decisiones y conductas	,815		
P1	Mostrar una actitud crítica ante la realidad	,703		
P2	Diferenciar hechos de opiniones, interpretaciones y valoraciones en las argumentaciones de otros	,688		
P6	Valorar las implicaciones prácticas de las decisiones y propuestas	,646		
P11	El pensamiento crítico es una competencia clave en la formación del Ingeniero Civil	,560		
P4	Reflexionar sobre las consecuencias y efectos que sus decisiones tienen sobre los demás	,552		
P7	Identificar las implicaciones de un problema o propuesta en cuanto a derechos de las personas	,530		
P9	Emitir juicios en función de criterios externos		,834	
P8	Identificar ideas, principio, modelos y valores subyacentes en los juicios críticos		,647	
P5	Emitir juicios en función de criterios internos			,854
P3	Participa activamente en los debates			,789
Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser. Se han suprimido valores absolutos menores a 0,5.				
a) La rotación ha convergido en 5 iteraciones.				

3.2.2. Modelos de regresión múltiple

En este apartado realizamos un análisis de regresión de todas las variables para intentar establecer modelos que expliquen la variable dependiente que elijamos. Para ello se realizan inferencias acerca de modelos lineales simples o múltiples y se obtienen medidas cuantitativas del grado de relación de las variables a través del coeficiente de correlación R. Los modelos lineales se ajustan por mínimos cuadrados de forma que la variable dependiente se encuentre explicada lo máximo posible por un conjunto de variables independientes. La bondad del ajuste se evalúa mediante el coeficiente de determinación R^2 , que se interpreta como la proporción de variación de la variable de respuesta explicada mediante el modelo de regresión lineal (Draper y Smith, 1999).

En primer lugar, se intenta explicar cada variable de respuesta en función de aquella variable independiente con la cual se encuentra más correlacionada. Se trata de aumentar el coeficiente de regresión incorporando variables independientes explicativas. Para ello se procede mediante el método *stepwise* de pasos sucesivos (Hocking, 1976), consistente en introducir las variables una por una y comprobar si la variable permanece o sale del modelo. Se toma como criterio de inclusión un incremento en la varianza explicada significativo al 5% ($F=0,050$), mientras que para excluir una variable se considera un decremento del 10% ($F=0,100$). La primera variable introducida es la que presenta un coeficiente de correlación R más alto. A continuación se vuelven a calcular todas las correlaciones eliminando la influencia de aquella que ya ha entrado en el modelo, y se introduce la siguiente con mayor R; de esta forma se consigue que las variables que entren no sean dependientes de las que ya figuran en el modelo.

Como resultado de la regresión múltiple realizada (ver Tabla 5 y Tabla 6), se puede comprobar por un lado, cómo la idea del “pensamiento crítico” como competencia clave en la formación del ingeniero civil, se ve reflejada en mostrar una actitud crítica ante realidad, en emitir juicios en función de criterios externos y en actuar en coherencia y responsabilidad en sus decisiones y conductas (con estas 3 variables, se puede explicar el 44,2% de la variabilidad de la importancia como factor clave en la formación del ingeniero civil). Y por otro lado, las consecuencias y efectos que sus decisiones tienen sobre los demás, queda reforzado con identificar ideas, principios, modelos y valores subyacentes en los juicios críticos y con actuar con coherencia y responsabilidad en sus decisiones y conductas (con estas tres variables se puede explicar el 35,6% de identificar las implicaciones de un problema o propuesta en cuanto a derechos de las personas). Es evidente que existen más factores que explican la variabilidad y no están recogidos en el modelo. Ello refuerza la utilidad del uso de rúbricas para evaluar la importancia del pensamiento crítico en la formación del ingeniero.

Tabla 5. Modelos de regresión múltiple. Variable dependiente: P11 El pensamiento crítico es una competencia clave en la formación del Ingeniero Civil

Modelo	Coef.	R ² corregida
1 (Constante)	1,823	
P1 Mostrar una actitud crítica ante la realidad	0,510	0,379
P9 Emitir juicios en función de criterios externos	0,268	
2 (Constante)	0,667	
P1 Mostrar una actitud crítica ante la realidad	0,356	0,442
P9 Emitir juicios en función de criterios externos	0,269	
P10 Actuar con coherencia y responsabilidad en sus decisiones y conductas	0,281	

Tabla 6. Modelos de regresión múltiple. Variable dependiente: P7 Identificar las implicaciones de un problema o propuesta en cuanto a derechos de las personas

Modelo	Coef.	R ² corregida
1 (Constante)	1,094	
P4 Reflexionar sobre las consecuencias y efectos que sus decisiones tienen sobre los demás	0,437	0,326
P8 Identificar ideas, principio, modelos y valores subyacentes en los juicios críticos	0,304	
2 (Constante)	0,669	
P4 Reflexionar sobre las consecuencias y efectos que sus decisiones tienen sobre los demás	0,360	0,356
P8 Identificar ideas, principio, modelos y valores subyacentes en los juicios críticos	0,259	
P10 Actuar con coherencia y responsabilidad en sus decisiones y conductas	0,203	

4. CONCLUSIONES

Se comprueba que, aquellos resultados de aprendizaje a los que se da mayor importancia y están más de acuerdo es (1) actuar con coherencia y responsabilidad en sus decisiones y conductas, (2) el pensamiento crítico es una competencia clave en la formación del Ingeniero Civil, y (3) mostrar una actitud crítica ante la realidad. Por otra parte, los resultados de aprendizaje donde existen mayores discrepancias son (1) emitir juicios en función de criterios externos, y (2) participar activamente en los debates. El resultado de aprendizaje al que se le da la menor importancia es emitir juicios en función de criterios externos.

Con los criterios expuestos, subyacen 3 componentes principales que son capaces de explicar el 59,4% de la varianza de las 11 preguntas de la encuesta realizada. Los componentes tienen que ver con los siguientes aspectos subyacentes:

- Componente 1: Competencias relacionadas con el análisis crítico de la realidad, valorando los juicios que se formulan e identificando las implicaciones del problema para actuar en consecuencia.
- Componente 2: Competencia basada en argumentar la pertinencia de los juicios que se emiten fundamentándolos en principios y valores.
- Componente 3: Competencia basada en la comunicación de juicios con criterios internos en la participación en debates.

A la vista de los resultados, se considera coherente la aplicación de las metodologías activas basadas en la realización de un trabajo en grupo de profundización de la asignatura, su exposición oral en clase, propuestas de alternativas o mejoras, crítica de los compañeros y planteamiento de preguntas de examen. Estas actividades pueden servir para evaluar los resultados de aprendizaje de la competencia transversal pensamiento crítico.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Draper, N.; Smith, H. (1999). *Applied regression analysis*. New York: Wiley.
- Hocking, R. (1976). *The analysis and selection of variables in linear regression* en *Biometrics*, vol. 32, p. 1-49.
- Kaiser, H.F. (1958). *The Varimax criterion for analytic rotation in factor analysis* en *Psychometrika*, vol. 23, issue 3, p. 187-200.
- Shaw, P.J.A. (2003). *Multivariate statistics for the environmental science*. London: Hodder-Arnold.
- Universitat Politècnica de València. *Competencias transversales* <<http://competencias.webs.upv.es/wp/>> [Consulta: 19 de mayo de 2015]
- Universitat Politècnica de València. *Competencias transversales. Pensamiento crítico* <<http://competencias.webs.upv.es/wp/pensamiento-critico>> [Consulta: 19 de mayo de 2015]
- Yepes, V.; Díaz, J., González-Vidosa, F.; Alcalá, J. (2009). *Caracterización estadística de tableros pretensados para carreteras* en *Revista de la Construcción*, vol. 8, issue 2, p. 95-109.
- Yepes, V. (2014). *El uso del blog y las redes sociales en la asignatura de Procedimientos de Construcción*. En: *Jornadas de Innovación Educativa y Docencia en Red IN-RED 2014*. 15-16 de julio, Valencia, pp. 1-9.

6. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de los alumnos de GIOP, así como el apoyo recibido por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Proyecto de Investigación BIA2014-56574-R) y por la Universitat Politècnica de València (Equipo de Innovación y Calidad Educativa EXCELCON).