



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Investigación y Propuestas Innovadoras de Redes UA para la Mejora Docente

Coordinadores

José Daniel Álvarez Teruel
María Teresa Tortosa Ybáñez
Neus Pellín Buades

© **Del texto: los autores**

© **De esta edición:**

Universidad de Alicante
Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad
Instituto de Ciencias de la Educación (ICE)

ISBN: 978-84-617-3914-1

Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades

Desarrollo de metodologías interactivas basadas en las nuevas tecnologías

M. Cano González^{*}; A. Riquelme Guill^{*}; R. Tomás Jover^{*}; J.C. Santamarta^{**}, L.E. Hernández-Gutiérrez^{***}

^{*}
Departament d'Enginyeria Civil

^{**}
ETS Ingeniería Agraria

Universidad de La Laguna

^{***}*Servicio de Laboratorios y Calidad de la Construcción*
Gobierno de Canarias

RESUMEN

El Grado de Ingeniería Civil tiene una componente marcadamente práctica en sus asignaturas, siendo este aspecto fundamental para la adquisición de las competencias esperadas en los futuros ingenieros. Precisamente, éste es el caso de las asignaturas que se imparten desde el área de conocimiento de Ingeniería del Terreno. Sin embargo, a pesar de que los estudiantes desarrollan las prácticas de forma presencial, no disponen de un soporte físico que desarrolle los conceptos tratados. Durante los últimos tres años se han desarrollado e implementando una serie de mejoras en la metodología docente relacionadas con las nuevas tecnologías, permitiendo el uso de dispositivos electrónicos por parte del alumnado y estimulando su uso en el proceso de aprendizaje. Estas tecnologías permiten que el alumnado pueda reproducir y ejercitar los conocimientos prácticos tanto durante las sesiones presenciales como fuera de ellas. Igualmente, han permitido que los estudiantes desarrollen el autoaprendizaje interactivo a la vez que guiado. La metodología expuesta se ha aplicado a las prácticas de reconocimiento de rocas, y es fácilmente exportable a otros ámbitos tales como las prácticas de campo y otras prácticas de laboratorio. Dicha metodología está basada en el los códigos QR, *Quick Response Code*, recurriéndose a ella tras la constatación de que el alumnado actual es un usuario asiduo de los dispositivos móviles.

Palabras clave: prácticas; dispositivos móviles; códigos QR; página web; propuesta metodológica

1. INTRODUCCIÓN

Las asignaturas que se imparten desde el área de conocimiento de Ingeniería del Terreno del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Alicante tienen una componente práctica muy importante, sobre todo las que corresponden a los primeros cursos del Grado en Ingeniería Civil. Durante los últimos tres años, desde nuestro ámbito de conocimiento (Ingeniería del Terreno) hemos venido implementando una serie de mejoras en la metodología docente relacionadas con las nuevas tecnologías. Ello ha permitido que actualmente el alumnado pueda reproducir la totalidad de las prácticas de laboratorio de Mecánica de Suelo y Mecánica de Rocas, desde cualquier lugar y en cualquier momento, a través de la conexión a los sitios web implementados a tal efecto. Sin embargo, algunas prácticas de laboratorio, tales como las de reconocimiento de materiales pétreos o incluso las prácticas de campo de Geología Aplicada a la Ingeniería Civil o las de Mecánica de Rocas, no se adaptan bien a la metodología anteriormente citada. Es por ello, que en este trabajo se plantea implementar una nueva propuesta metodológica, más interactiva, exportable fácilmente incluso a las prácticas de campo. La tecnología elegida está basada en los códigos QR, *Quick response Code*, y nos permite obtener un doble objetivo. Es decir, por una parte es un complemento a las prácticas virtuales ya implementadas, con la ventaja de que el alumnado puede interactuar con ellas en el momento de la realización de la práctica y por otra nos permite cubrir la laguna tecnológica que todavía se tenía en algunas prácticas de laboratorio y en las de campo.

1.1 Problemática

Las nuevas tecnologías y los dispositivos informáticos se encuentran en constante y vertiginoso desarrollo, siendo adoptadas por el alumnado según modas efímeras (facebook, twitter, ask, instagram, smartphones, tablets, computadoras, etc). Éstas ofrecen a los estudiantes una serie de herramientas de comunicación, lo que supone una nueva forma de entender la transferencia de información profesor alumno y alumno alumno. Han quedado pues obsoletas costumbres como dejar los apuntes en reprografía, fotocopiar un ejercicio, etc, apareciendo otras nuevas como fotografiar la pizarra en lugar de copiar en los apuntes. Por otro lado, el alumnado que realiza las sesiones prácticas cambia interanualmente, pero los patrones de conducta se mantienen y se detectan mejoras que gracias a estas nuevas tecnologías pueden implementarse.

Las prácticas requieren que el alumnado ejercite ciertos conocimientos durante las sesiones, que en ocasiones no han sido todavía asimilados. Es por tanto necesario poner a su disposición herramientas que permitan el aprovechamiento de las sesiones, tanto supervisadas por el profesorado como en el proceso de autoaprendizaje.

1.2 Revisión de la literatura.

Una de las máximas prioridades del área de Ingeniería del Terreno (Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Alicante) y también desde el Grupo de Innovación Tecnológico-Educativa de Ingeniería del Terreno (GInTE) de esta misma universidad ha sido poder ofrecer a nuestros estudiantes plataformas diversas, alternativas o complementarias a la enseñanza tradicional, como es el caso de la implementación de un laboratorio virtual de Mecánica de Suelos y de Rocas (Tomás *et al.*, 2012) o implementar nuevas propuestas metodológicas más interactivas (Cano *et al.* 2013).

Siguiendo con esta motivación y conscientes de la importancia de los recursos audiovisuales en la educación (Prendes y Solano, 2001), hemos ido creado varios sitios web, con multitud de recursos didácticos de este tipo (Tauler geotècnic, 2014; GInTer, 2014; Geología Aplicada a la Ingeniería Civil, 2014).

1.3 Propósito

El propósito del siguiente texto es el de documentar cómo se ha llevado a cabo la concepción, diseño y puesta en marcha del uso de los códigos QR para las prácticas de visu de Geología Aplicada a la Ingeniería Civil en primer curso del grado de Ingeniería Civil en la Universidad de Alicante (España).

2. METODOLOGÍA

2.1 Objetivos

Los objetivos son los siguientes:

1. Estimular el autoaprendizaje del alumnado ofreciendo la posibilidad de utilizar nuevos canales de aprendizaje.
2. Ofrecer contenidos y herramientas que vayan más allá del mero texto presente un manuscrito, de tal manera que el alumno decida por su propia voluntad utilizar este material y pueda planificar el uso de sus recursos disponibles.

3. Poner a disposición contenidos multimedia que desarrollen los conceptos objetos de docencia, tanto en laboratorio como en campo.
4. Disponer un acceso directo a la información específica que puede requerir el alumno en una situación concreta.
5. Motivar al alumnado en las disciplinas de la ingeniería del terreno.
6. Complementar las prácticas virtuales (Tomás *et al*, 2013) en laboratorio.

2.2. Metodología

La titulación de del grado de Ingeniero Civil en la Universidad de Alicante se imparte desde el curso 2009-10. Durante estos cuatro años en los que se ha impartido docencia tanto de teoría como de prácticas, incluyendo visu, mapas y salidas de campo.

Las prácticas de visu consisten en el reconocimiento de rocas mediante sus propiedades organolépticas. El alumnado, mediante la inspección de una roca debe ser capaz de llevar a cabo su identificación y clasificación, para lo que previamente debe de tener asimilados ciertos conocimientos impartidos en las sesiones de teoría.

Las sesiones se organizan según los tres tipos de rocas: ígneas, sedimentarias y metamórficas, centrándose la sesión exclusivamente en la rocas programadas. Tras una breve explicación de cómo clasificar la roca, los alumnos junto con el profesor van reconociendo las rocas identificando las características más significativas. Sin embargo, durante los años de docencia se ha detectado que los alumnos tienen dificultades para asimilar en tan poco la ingente cantidad de información que se les imparte. Por ese motivo, parte del alumnado no es capaz de aprovechar adecuadamente la sesión. Esta afirmación viene corroborada por las conversaciones mantenidas con ellos.

Se plantea por tanto que cuando el alumno afronta el reconocimiento de una roca, el aprovechamiento del tiempo será mayor si se le facilita de alguna manera las características más relevantes para la identificación y clasificación de la misma. La preparación y disposición de fichas en formato papel es una posibilidad obsoleta que no aprovecha todo el potencial de las nuevas tecnologías antes mencionado. Por este motivo, la idea de disponer contenido multimedia en la nube, de acceso inmediato por parte del alumnado tanto durante las sesiones como tras las mismas parece una posibilidad capaz de satisfacer la necesidad que los alumnos presentan.

Esta idea no sólo es aplicable a las prácticas de visu, sino que a priori presenta un potencial en las sesiones de campo y mapas de esta misma asignatura, como en las prácticas de laboratorio de Mecánica de Suelos y Rocas en segundo curso.

Con todo ello, el principio básico será que el alumnado podrá acceder a información multimedia a demanda a partir de unos enlaces generados por códigos QR. Estos apuntan a una dirección web en la que se almacena el contenido multimedia, que será reproducido en *smartphones*, *tablets* u ordenadores personales (Figura 1).



Figura 1. Esquema general de obtención de la información a través de los códigos QR o de forma directa a través de los enlaces con páginas web.

2.3. Material empleado

El contenido multimedia utilizado han sido tablas de información estandarizada y fotografías de las rocas tomadas en laboratorio. El contenido multimedia ha sido almacenado en servidores públicos gratuitos con acceso abierto sin restricción para visualizar el contenido.

2.4. Procedimientos.

Con el objetivo puesto en una buena aceptación por parte del alumnado, se ha considerado determinante dar entrada en este proyecto a un grupo de alumnos. Por

razones de operatividad, el grupo no debía ser excesivamente numeroso, estimándose suficiente la incorporación de nueve estudiantes, distribuidos en grupos de tres, que se repartirían los tres grupos principales de rocas, a saber: ígneas, metamórficas y sedimentarias. La participación de estos estudiantes ha sido determinante, pues han confeccionado las tablas, de acuerdo a lo que ellos estiman fundamental a la hora de poder identificar una roca determinada. Asimismo, han sido ellos mismos quienes han testado el resultado los resultados previos de este trabajo, introduciendo las mejoras que se ha considerado oportuno.

Para lograr el éxito de este trabajo, se debería contar con estudiantes altamente motivados, razón por la cual su selección se hizo en base a la calificación de la prueba de la evaluación continua de reconocimiento de rocas (*visu*).

2.4.1. Diseño de las tablas

Se ha creado una serie de campos de información única para todas las rocas, de tal forma que los alumnos reciban información tanto para clasificación directa de la roca como otros conocimientos transversales (Tabla 1).

La creación de las fichas se realizó por parte de los alumnos como una actividad complementaria. Para ello se propuso a los alumnos formar parte de esta actividad, a lo que algunos interesados se presentaron voluntarios. A continuación se formaron grupos de trabajo y se les asignó un grupo de rocas para rellenar las fichas.

La metodología de trabajo se llevó a cabo utilizando las herramientas on-line de Google ofrecidas en Google Drive. Para ello, se creó un archivo en la nube y se les concedió acceso a los miembros de esta actividad de tal forma que para acceder al archivo previamente debían haber accedido con su cuenta de Gmail autorizada. La principal ventaja de utilizar esta metodología es que a pesar de ser un grupo numeroso de alumnos, todos trabajan online sobre el mismo archivo, con lo que se elimina el inconveniente de trabajar con distintos archivos simultáneamente. Igualmente, al estar el archivo en la nube no hay que enviar ficheros adjuntos cada vez que se modifica parte del documento. Finalmente, otra de las ventajas de este sistema de trabajo fue que Google Drive genera un registro de todas las versiones a lo largo del proceso de trabajo. Esto permitió conocer aquellos alumnos que trabajaron y quiénes no. La experiencia del uso de esta herramienta fue excelente, pues se incorporó la componente de automotivación debido a que todos los alumnos veían en tiempo real el trabajo que

desarrollado por los compañeros. Además, es posible ver en todo momento la forma, estructura, grado de detalle, etc. del trabajo ya desarrollado.

El resultado final fue una ficha elaborada por los alumnos voluntarios para cada tipo de roca, así como un conjunto de fotografías de excelente calidad para cada roca disponible en el laboratorio (Figura 2).



Figura 2. Fotografía tomada por los estudiantes de un basalto disponible en el laboratorio de rocas.

Tabla 1. Ejemplo de tabla de datos para una roca creada por un grupo de alumnos.

1. Nombres estudiantes	Lidia Adeva Gil - Darya Lakomova - María Ruiz Planelles
2. Nombre roca	Granito
3. Tipo de roca	Ígnea plutónica félsica (granítica)
3. Composición mineral	Fundamentales cuarzo (SiO ₂), feldespato potásico, plagioclasa rica en sodio. Abundantes Biotita, Moscovita y Hornblenda.
3.1 Principales:	Cuarzo (entre 25 y 35%), feldespato ortoclasas (más del 50%) y plagioclasa.
3.2 Accesorios:	Silicatos ferromagnesiano no olivínicos, apatito, óxidos, rutilo y circón.
4. Génesis:	Magmas ácidos enfriados en el interior de la Tierra a

	velocidades muy lentas, con lo que los cristales tienen tiempo suficiente para formarse.
5. Yacimientos principales en España	Galicia, Sistema Central (Somosierra, Guadarrama y Gredos), Sierra Morena, Montes de Toledo y en las provincias de Girona y Barcelona. En menor medida Extremadura, Sevilla y Huelva.
6. Propiedades físicas	
6.1 Color	Colores claros, generalmente gris, y a veces rosado, según el color de la ortoclasa.
6.2 Textura y forma de los cristales	Cristales de cuarzo de forma aprox. esférica vítreos de colores claros. Los cristales de feldespato no son vítreos, de formas rectangulares y tonalidades blancas, grises o rosa salmón.
6.3 Dureza y forma	Entre 5.5 y 7 en la escala de Mohs
6.4 Propiedades organolépticas	La más característica, su aspecto moteado de cristales y tonalidades descritas.
6.5 Tamaño de grano o cristal	Cristales intercrecidos aprox. del mismo tamaño y lo suficientemente grandes para que los minerales individuales puedan identificarse a simple vista.
6.6 Reacción con el HCl	No reacciona al HCl concentrado.
6.7 Peso específico (kN/m ³)	25,5 y 26,48 kN/m ³
7. Propiedades mecánicas	
7.1 Resistencia CS (MPa)	De 90 a 270 MPa
7.2 Resistencia T (Mpa)	De 7 a 25 MPa
7.3. E módulo elasticidad	De 1700 a 7700 Gpa
7.4 Coef Poisson	De 0,18 a 0,24
7.5 Resistencia al desgaste	Alto grado de resistencia al desgaste debido a su contenido en cuarzo.
7.6 Cohesión (Mpa)	De 15 a 40 Mpa
7.7 Ángulo fricción (°)	45-58°

8. Principales usos	Roca dura y muy resistente, frecuentemente usada en construcción. Buen nivel de cimentación y usado como árido para hormigones si no esta alterado. Apto para balasto y escolleras.
9. Comportamiento geotécnico	Diaclasados por descompresión. Aumento de permeabilidad y deformabilidad y disminución de resistencia.
10. Alterabilidad	Poco alterables. Cabe mencionar los granitos micáceos, se alteran con la humedad. El feldespatos con agua da lugar a los Jabres (material arenoso suelto compuesto por arcillas y restos no alterables).
11. Isotropía	-----
12. Observaciones	Baja permeabilidad, no aptos como acuíferos.
13. Referencias	<u>Ciencias de la Tierra</u> , Tarbuck y Lutgens. Web: www.2montes.upm.es Apuntes Ing. Civil (Universidad de Alicante) <u>Mecánica de suelos y rocas</u> (Tabla de resistencias)

2.4.2. Contenido multimedia disponible en Internet

La información se organizó en una página web destinada a ofrecer contenido multimedia para la asignatura de Geología Aplicada a la Ingeniería Civil (figura 3). Se utilizó el servicio de páginas web de Google Sites, que ofrece una estructura sencilla para almacenar información tipo texto, imágenes y vídeo de forma gratuita. Igualmente, este servicio permite la edición colaborativa entre varios usuarios con una cuenta de Gmail autorizada por el webmaster.



Figura 3. Captura de pantalla del *site* donde se aloja la información.

El diseño de la página se realizó mediante subpáginas para cada grupo y subgrupo de rocas. Dentro de cada página se utilizaron los títulos marcadores para organizar la página, de tal forma que al principio de cada una se disponía un índice con los contenidos que se encontraban en ella. Este índice se genera automáticamente al utilizar los títulos en el diseño web, y disponen de un enlace a la sección de la página a la que se refiere. De esta forma, cada roca dispone de un enlace directo, tanto para la tabla que contiene su información como para el conjunto de imágenes disponibles para su identificación visual.

Finalmente, el uso de Google Sites dispone de una opción para visualización en dispositivos móviles. De esta forma, el contenido se visualiza en este tipo de dispositivos adaptando la estructura de la página y ajustando el tamaño de los contenidos a la pantalla (figura 4).

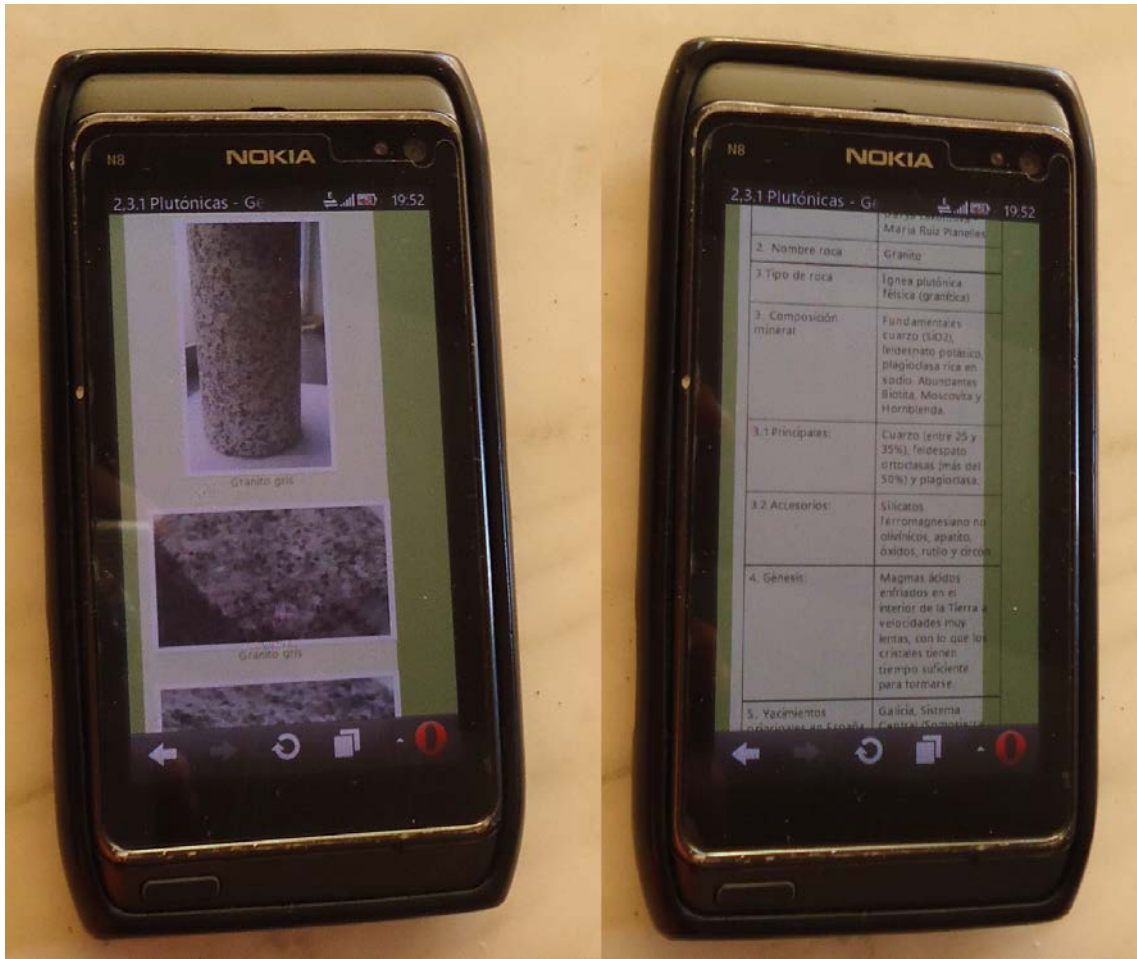


Figura 4. Smartphone accediendo a los contenidos multimedia.

2.4.3. Los códigos QR

Una vez el contenido ha sido organizado en la página web, el siguiente paso ha sido el de crear un código QR para cada roca. La página web se organizó de tal forma que cada roca disponga de un enlace web directo a la tabla de características correspondiente. Los códigos QR de cada roca se generan fácilmente utilizando herramientas web públicas y gratuitas y apuntan al lugar concreto de la página web que interesa (figura 5).



Enlace con la
página principal



Figura 5. Aspecto del panel con el código QR que enlaza con la página principal de la asignatura.

El diseño de la ficha que acompaña a la roca contenía la información justa y necesaria para que el alumno supiera, antes de acceder al contenido, qué es lo que se iba a encontrar. Las fichas se crearon para cada roca y se generaron pequeñas cuartillas que se dispusieron junto a su correspondiente roca.

- Elemento: Ficha técnica Gabro
- Descripción: Características principales de la roca, incluyendo aspectos clave para su reconocimiento de visu.
- Asignatura: 33509 Geología aplicada a la IC




Figura 6. Código QR junto con una escueta información de la información disponible. En este caso se trata de la ficha técnica completa de un gabro.

2.4.4. Organización del laboratorio

Las rocas del laboratorio de geología se organizan en bandejas, sobre estantes o mesas, de tal forma que cada roca tiene una ubicación diferenciada del resto. Cada roca descansa sobre una ficha, tal que cuando el alumno accede a la roca, tiene acceso al código QR y puede capturarlo con su dispositivo. Dentro de la Universidad de Alicante hay acceso WIFI a Internet para toda la comunidad a través de la red con BSSID eduroam. Así pues, el alumno puede acceder a la tabla de información inmediatamente y poder leer las características relevantes de la roca y llevar a cabo la identificación por sí mismo o con ayuda del docente.

La ventaja de este sistema no es sólo que el alumno puede aprovechar mejor la sesión práctica, sino que al tomar la captura del QR hace uso de una herramienta multimedia a la que puede acceder con un ordenador. Si el alumno lo considera necesario, en su sesión de estudio podrá acceder al mismo contenido que ha tenido en la sesión práctica, y a pesar de no tener físicamente la roca, dispondrá de una serie de fotografías de la misma para recordar los conceptos claves aprendidos en clase.

3. CONCLUSIONES

A pesar de la implementación provisional de esta metodología, los resultados preliminares y la aceptación de los estudiantes resulta muy alentadora, pues el empleo de esta tecnología implica, entre otros aspectos, inmediatez, lo cual es valorado muy positivamente por nuestros usuarios, interacción entre la práctica real y la práctica virtual, y eficiencia, pues la información facilitada es la justa y necesaria para una determina situación temporal. La implementación a gran escala de esta metodología durante el curso 20014/15, permitirá evaluar con mayor precisión la aceptación por parte del alumnado, así como la mejora en el proceso enseñanza/aprendizaje.

Queremos agradecer su colaboración y entrega a todas las alumnas y alumnos participantes en este proyecto: Darya Lakomova, Lidia Adeva Gil, María Miller Vans, María Ruiz Planelles, Álvaro Marín Abril, Ignacio Gisbert Sánchez, Ignacio Soler Madueño y Juan Antonio García Serrano.

4. DIFICULTADES ENCONTRADAS

Durante el desarrollo de las acciones antes planteadas, las dificultades encontradas han sido las siguientes:

- Existencia de alumnos con dispositivos móviles no compatibles con la tecnología utilizada.
- Incompatibilidad de los contenidos flash con dispositivos móviles.
- Dificultad técnica en cuanto al aspecto de la información solicitada en la gran variedad de dispositivos, sistemas operativos, etc.

5. PROPUESTAS DE MEJORA

Los resultados de las pruebas piloto llevadas a cabo apuntan a que el alumnado puede obtener provecho de las acciones llevadas a cabo. Es necesario continuar implementando las propuestas efectuadas y dejar que estos materiales vayan asentándose entre el alumnado. Por otro lado, es un factor clave de éxito fomentar el uso de esta información desde el inicio del curso. Una propuesta es el incluir referencias a estos contenidos en los propios enunciados de las prácticas.

Igualmente, cabe destacar que los contenidos elaborados siempre son susceptibles de mejoras o adaptaciones a las necesidades docentes del curso. La forma planteada permite trabajar de forma desacoplada entre la preparación de los QR y los contenidos, siendo posible modificar cualquier contenido sin necesidad de generar de nuevo el QR.

6. PREVISIÓN DE CONTINUIDAD

El desarrollo del sistema de códigos, estructura de materiales y contenidos ha sido iniciado durante el curso académico 2013-14 y testeado con un conjunto de alumnos a modo de prueba piloto. Durante el curso 2014-15 parte de estos contenidos se pondrán a disposición de más alumnos, realizándose un seguimiento de la respuesta por parte de éstos. Se espera que en el curso académico 2015-16 el sistema de códigos QR esté a pleno funcionamiento y abierto a todo el alumnado, momento en el que las labores serán de mantenimiento, revisión y adaptación de contenidos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cano, M., Tomás, R., Ripoll, M.J. (2013). Empleo de las nuevas tecnologías y de las redes sociales en asignaturas fuertemente conceptuales, en XI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria, 5-9 de junio (pp. 309-319). Universidad de Alicante. Vicerrectorado de Estudios, Formación y

- Calidad | Universidad de Alicante. Instituto de Ciencias de la Educación. Alicante.
- Geología Aplicada a la Ingeniería Civil, 2014). Página web. Última vez consultada: Mayo de 2014. <https://sites.google.com/site/33509geoua/home>
- GInTer, 2014. Página web. Última vez consultada: Mayo de 2014. <http://web.ua.es/es/ginter/>
- Prendes, M. P. y Solano, I. M. (2001). Multimedia como recurso para la formación, en Actas de las III Jornadas Multimedia Educativo, 25-26 junio (pp. 460-470). Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Tauler geotècnic, 2014. Página web. Última vez consultada: Mayo de 2014. <https://sites.google.com/site/taulergeotecnic/>
- Tomás, R., Cano, M., García-Barba, J., Zamora, R. (2012). Implementación de un laboratorio virtual de Mecánica de Suelos y Rocas, en X Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria, 7-8 de junio (pp. 2105-2115). Universidad de Alicante. Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad | Universidad de Alicante. Instituto de Ciencias de la Educación. Alicante.
- Tomás, R., Santamarta, J.C., Cano, M., Hernández, L.E., García-Barba, J. (2013). Ensayos geotécnicos de suelos y rocas. Roberto Tomás, Juan C. Santamarta, Miguel Cano, Luis E. Hernández y Javier García-Barba editores. 477 pp.
- UNED (2008). Página web. Última vez consultada: Mayo de 2014. *Open Course Were* disponible en: http://ocw.innova.uned.es/cartografia/calculos_geometricos/cag_01.htm