

3766_Propuesta de itinerario único en el plan de estudios del máster universitario en Ingeniería Geológica

M. Cano González (Coord.)¹; R. Tomás Jover¹; J.L. Pastor Navarro¹; A. Riquelme Guill¹; J. García Barba¹; L. Bañón Blázquez¹; A.J. Tenza Abril¹; J.M. Andreu Rodes²; J.C. Santamarta Cerezal³.

miguel.cano@ua.es; roberto.tomas@ua.es; joseluis.pastor@ua.es; ariquelme@ua.es; javier.garciabarba@ua.es; lbanon@ua.es; ajt.abril@ua.es; andreu.rodes@ua.es; jcsanta@ull.es

¹*Departament d'Enginyeria Civil*

Universitat d'Alacant

²*Departament de Ciències de la Terra i del Medi ambient*

Universitat d'Alacant

³*Departamento de Ingeniería Agraria, Náutica, Civil y Marítima.*

Universidad de la Laguna

RESUMEN

Tras la reacreditación del Máster Universitario en Ingeniería Geológica, los evaluadores propusieron una serie de medidas para mejorar el ingreso de estudiantes. Entre ellas destacan la eliminación de uno de los itinerarios de especialización actuales y la publicitación del máster en otras universidades. Como alternativa, se plantea un nuevo itinerario único con intensificación en geotecnia ambiental y energías renovables. La fortaleza de este planteamiento, estriba en combinar aspectos de Geotecnia Ambiental, incluyendo los riesgos geológico-geotécnicos (riesgo sísmico, inestabilidades de taludes y laderas, inundaciones, patologías geotécnicas, etc.), que en su mayoría ya están recogidos en la estructura actual del máster, con todo lo relacionado con las energías renovables, anteriormente expuesto. Por tanto, el objetivo fundamental de esta red es doble, por una parte, se trabajará en una propuesta de un itinerario único (Ingeniería Geotécnico-ambiental) y por otra se propondrá una campaña de publicitación del título, con el fin de aumentar los estudiantes matriculados. Fruto de los trabajos de esta red, se propone una reestructuración del plan de estudios del máster que afecta en mayor o menor medida a 15 asignaturas y se plantea una campaña de promoción piloto, centrada en algunos países de Iberoamérica.

Palabras clave: Ingeniería Geológica, Geotecnia Ambiental, Riesgos geológicos, Energías renovables.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Problema o cuestión específica del objeto de estudio.

Esta red se enmarca dentro de las acciones de mejora derivadas del seguimiento, evaluación y acreditación de las titulaciones. Tras la reacreditación de la titulación se ha planteado, por parte del panel evaluador, la posibilidad de integrar los dos itinerarios actuales. Aprovechando esta circunstancia se plantea introducir otros cambios en el plan de estudios que incluyan aspectos geológico-geotécnicos relacionados con las energías renovables y los riesgos naturales.

El informe definitivo de la renovación de la acreditación del máster expresaba que, en lo referente a organización y desarrollo, el máster tiene una estructura lógica en la que se presentan dos especialidades, ambas con demanda social como para que se justifique su oferta. Sin embargo, esta estructura impide la oferta de una optatividad ya que ésta se consume en la oferta de las dos especialidades. En cuanto al perfil de ingreso, el máster está abierto al doble perfil de Ingenieros Civiles y Geólogos (además de otros títulos afines). La estructura de 90 créditos está justificada por el perfil de egreso que desea proporcionar el máster, pero supone un *handicap* para competir con otros títulos nacionales de características similares debido a su carga docente de 60 créditos. La normativa de permanencia, de trabajo fin de máster y de reconocimiento de créditos que se aplica en el título es la general de la Universidad de Alicante y por tanto está refrendada por otros títulos similares ya reacreditados.

Tal y como se ha comentado, con la intención de incrementar la demanda, el comité evaluador recomendó la supresión, en el futuro, de la especialidad que no tiene demanda en la actualidad (Recursos Geológicos) para incrementar la optatividad y adaptación del título a titulados que requieran complementos de formación. Esta medida supondría la posible ampliación del perfil de ingreso y podría incrementar la demanda del título. Así mismo, se recomendaban acciones encaminadas a publicitar esta titulación en otras universidades de cara a incrementar el número de estudiantes de ingreso.

1.2 Revisión de la literatura

La bibliografía que ha servido a los propósitos de esta red la constituyen, en primer lugar, los documentos correspondientes a las memorias de las redes docentes que giran en torno a la titulación del Máster Universitario en Ingeniería Geológica desarrolladas durante los cursos 2012/13, 2013/14, 2014/15 y 2015/2016 denominadas, respectivamente, “Desarrollo curricular del máster universitario oficial en Ingeniería Geológica” (Cano et al., 2013), “Implementación del contenido de las asignaturas del Máster de Ingeniería Geológica” (Cano et al., 2014), “Evaluación de la implementación de las guías docentes de las asignaturas del ámbito de la Ingeniería del Terreno del Máster en Ingeniería Geológica” (Cano et al., 2016) y “Coordinación y seguimiento en la implementación eficaz del Trabajo Fin de Máster del Máster Universitario en Ingeniería Geológica” (Cano et al., 2016). Además, también se ha consultado la Memoria para la solicitud de verificación del título de Máster Universitario en Ingeniería Geológica, presentada por la Universidad de Alicante y verificada por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) (VV. AA., 2011). En esta publicación se hace referencia a los criterios utilizados para fijar las competencias de este título. Entre ellos, los expuestos en la *Quality Assurance Agency for Higher Education, Master Degree Characteristics* (QAA, 2010)

y el marco de acreditación europeo EURO-INF (*Framework Standards and Accreditation Criteria for Informatics Programmes*) (EQANIE, 2011), habiéndose realizado una fusión entre competencias de contenidos similares, teniendo en cuenta también las competencias que fija el Real Decreto 1393/97 (MEC, 2007). También se ha consultado la publicación denominada “La multidimensionalidad de la educación universitaria, Redes de Investigación Docente - Espacio Europeo de Educación Superior, Vol. I” (Martínez y Carrasco, 2007). Asimismo, ha sido de gran interés la consulta del documento en el que se explicitan los acuerdos llevados a cabo por la Comisión Interuniversitaria de la Titulación de Ingeniería Geológica. Esta comisión se creó a petición de la Confederación de Ingenieros Geólogos (COIG), en calidad de órgano de representación profesional, y estuvo formada por las universidades donde se impartía el título actual (Politécnica de Cataluña, Alicante, Complutense de Madrid, Politécnica de Madrid, Salamanca y Oviedo). En reunión celebrada el día 4 de septiembre de 2008, dicha comisión adoptó los acuerdos antes mencionados por los que se definen las condiciones a las que deberán adecuarse los nuevos planes de estudios conducentes a la obtención de títulos que faculden para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Geólogo.

Asimismo, se ha documentado en lo referente a la geotermia y a la geotecnia ambiental, consultando diversos documentos y páginas web tales como UNIVERSIA (2012), CEDEX (2016), Comunidad de Madrid (2008).

1.3 Propósitos u objetivos

El cambio en el plan de estudios que se pretende proponer es de calado, pues la recomendación hecha por el panel evaluador de la reacreditación, acerca de integrar los dos itinerarios existentes en la actualidad es compleja. Ello es debido a que los itinerarios de recursos geológicos e ingeniería geotécnica representan dos campos dentro de la Ingeniería Geológica muy distantes entre sí. Por esta razón, y con el fin de conseguir que el plan de estudios sea lo más integrado posible, se ha pensado en crear un nuevo y único itinerario (Ingeniería geotécnico-ambiental). Se ha previsto inicialmente que se integren en el plan de estudios aspectos geológico-geotécnicos relacionados con las energías renovables y los riesgos naturales, que son temas de gran actualidad e interés social. Además, con los cambios a introducir se pretende dotar de mayor atractivo a la titulación, la cual presenta una preocupante tasa anual de alumnado de nuevo ingreso. Los cambios afectarán tanto a las asignaturas optativas (itinerarios anteriores) como al Trabajo Fin de Máster (49637) y a Técnicas de investigación (49636), que verán reducidos sus créditos en beneficio de nuevas asignaturas relacionadas con las energías renovables.

Según diversas fuentes (e.g. UNIVERSIA, 2012, CEDEX, 2016), el término Geotecnia ambiental hace referencia a la formación de los ingenieros y geólogos en los campos de la Mecánica de Suelos y la Mecánica de Rocas, con la finalidad de poder aplicar con mayor competencia y habilidad estrategias para resolver problemas en el campo de la Geotecnia desde la óptica ambiental, para interpretar y transformar el medio geológico en armonía con el medioambiente, en las áreas del conocimiento que la ingeniería le exige, incluyendo también todo lo relacionado con los riesgos geológico-geotécnicos.

Por otra parte, el actual escenario de precios de los combustibles fósiles, junto con las implicaciones medioambientales del consumo de éstos, hace que todos los gobiernos dirijan sus esfuerzos al fomento de las energías alternativas o limpias. De entre ellas destacan las energías eólicas y solar, ya

ampliamente desarrolladas en España y la geotérmica, aún poco implantada en nuestro país. Respecto de las energías solar y eólica el máster en Ingeniería Geológica puede formar a sus estudiantes en las técnicas especiales de sus cimentaciones, sobre todo en el caso de los parques eólicos marinos. Sin embargo, en un máster como éste, la energía geotérmica puede ser abordada en su conjunto, desde la búsqueda de emplazamientos óptimos desde el punto de vista geológico hasta el diseño de la instalación geotérmica. Dentro del ámbito de conocimiento de este máster se considera de gran interés tratar también la energía hidroeléctrica como una energía renovable, tal y como es habitual en este ámbito.

Es decir, la fortaleza de este planteamiento, estriba en combinar aspectos de Geotecnia Ambiental, incluyendo los riesgos geológico-geotécnicos (riesgo sísmico, inestabilidades de taludes y laderas, inundaciones, patologías geotécnicas, etc.), que en su mayoría ya están recogidos en la estructura actual del máster con todo lo relacionado con las energías renovables y limpias, anteriormente expuesto.

Por tanto, el objetivo fundamental de esta red es doble, si se atiende a los requerimientos del evaluador, expresados en el informe definitivo de la renovación de la acreditación del máster. Por una parte, se trabajará en una propuesta de un itinerario único (Ingeniería Geotécnico-ambiental) y por otra se propondrá una campaña de publicitación del título, con el fin de aumentar los estudiantes matriculados.

2. MÉTODO

La red estará formada por profesores que imparten docencia en la titulación y que están involucrados desde hace tiempo en otras redes del máster. Asimismo, se pensó inicialmente en incorporar un estudiante de tercer semestre, con el fin de disponer del punto de vista del alumnado ante este cambio, sin embargo, por motivos de salud finalmente no pudo participar. El profesor Santamarta (Universidad de la Laguna, Tenerife) se une a la red con el fin de dar a conocer su punto de vista sobre la incorporación al plan de estudios de la energía geotérmica, dado su gran implantación en las islas Canarias.

La metodología de trabajo ha consistido en la discusión acerca de la idoneidad de este cambio y el análisis de otras propuestas que los miembros de la red han planteado. Inicialmente se pusieron sobre la mesa tres alternativas posibles, a saber: a) dejar la estructura del máster tal y como está y obviar la recomendación del evaluador, b) eliminación del itinerario con menor número de estudiantes (Recursos geológicos) y c) planteamiento de un nuevo bloque de optatividad común basado en la Geotecnia Ambiental y las energías renovables, siendo esta última alternativa la que finalmente se adoptó. Una vez consensuada la propuesta de itinerario único se procedió a establecer un plan de trabajo para la reestructuración del plan de estudios y posteriormente se establecieron los contenidos formativos mínimos de las nuevas asignaturas. En este plan de trabajo, en primer lugar, se identificaron las materias del ámbito de la Geotecnia Ambiental, incluyendo los riesgos geológico-geotécnicos, existentes en la actual estructura del máster (Tablas 1 y 2).

Tabla 1. Distribución temporal de las materias del máster. En verde, se indican las asignaturas obligatorias del máster que pueden incluirse dentro del ámbito de la Geotecnia Ambiental y los riesgos geológico-geotécnicos. En gris, se muestran las asignaturas que han sufrido modificación en su asignación de créditos.

ASIGNATURA	TIPO	SEMESTRES		
		S1	S2	S3
Modelos matemáticos en Ingeniería Geológica	Obligatoria	4,5		
Mecánica de Medios Continuos	Obligatoria	4,5		
Tecnología de estructuras geotécnicas	Obligatoria	4,5		
Mecánica del suelo avanzada	Obligatoria	3,0		
Mecánica de rocas avanzada	Obligatoria	4,5		
Hidrogeología aplicada a la Ingeniería Geológica	Obligatoria	3,0		
Sismología aplicada a la Ingeniería Geológica	Obligatoria	3,0		
Técnicas de prospección geofísica	Obligatoria	3,0		
Ingeniería Geológico-Ambiental	Obligatoria		3,0	
Ingeniería Sísmica	Obligatoria		3,0	
Actuaciones geotécnicas especiales	Obligatoria		3,0	
Túneles y obras subterráneas	Obligatoria		3,0	
Instrumentación en Ingeniería Geológica	Obligatoria		3,0	
Optativa 1	Optativa		3,0	
Optativa 2	Optativa		3,0	
Optativa 3	Optativa		3,0	
Optativa 4	Optativa		3,0	
Optativa 5	Optativa		3,0	
Proyecto de voladuras y sondeos	Obligatoria			3,0
Sistemas de Información Geográfica y Ordenación del Territorio	Obligatoria			4,5
Dirección de proyectos y obras de Ingeniería Geológica	Obligatoria			4,5
Técnicas de investigación en Ingeniería Geológica	Obligatoria			6,0
Trabajo Fin de Máster	Obligatoria			12,0

A continuación, se propusieron nuevas asignaturas, argumentando su idoneidad. Pero para poder mantener el número de créditos totales, a cambio había que reorganizar la asignación de dichos créditos a otras asignaturas, e incluso de eliminación de algunas. A tal fin se propuso la eliminación de Geotecnia Vial (49627), asignatura optativa del bloque de Ingeniería Geotécnica actual y de Geotecnia de obras hidráulicas y marítimas (49628). Asimismo, se plantea también la eliminación del bloque de optatividad de Recursos geológicos, excepto la asignatura Geología de reservorios y almacenes profundos (49632), ya que se incluyó en el listado de asignaturas existentes dentro del ámbito de

la Ingeniería Ambiental (Tabla 3). Además, se propuso una disminución del número de créditos en dos asignaturas del tercer semestre. Por una parte, en la asignatura Trabajo Fin de Máster (49637) se propuso una reducción de 6 créditos, en línea con lo establecido en otros másteres de características similares y crédito y medio en Técnicas de investigación en Ingeniería Geológica (49636), lo cual no afecta significativamente su planteamiento inicial. Esta reducción permite la introducción de dos nuevas asignaturas que cubren los créditos cedidos, manteniéndose así los mismos 30 ECTS que se asignan a cada semestre (Figura 1).

La implementación de las guías docentes de las nuevas asignaturas y de las actuales que hayan sufrido modificaciones se prevé realizarla en el marco de una nueva red.

Tabla 2. Asignación de docencia por departamentos y ámbitos de conocimiento en las asignaturas optativas del bloque de Ingeniería Geotécnica del segundo semestre. Se muestra, en verde, las asignaturas obligatorias del máster que pueden incluirse dentro del ámbito de la Geotecnia Ambiental y los riesgos geológico-geotécnicos. En morado se indican las asignaturas que se eliminan de la programación del máster.

Módulo	Materia	Asignaturas	Sem.	ECTS	Departamentos	Ámbitos de conocimiento
Especialización Científico-Profesional	Ingeniería Geotécnica	Estabilidad de taludes y laderas (49625)	2º	3,0	Ingeniería Civil	Ingeniería del Terreno
		Modelización geotécnica (49626)	2º	3,0	Ingeniería Civil	Ingeniería del Terreno
		Geotecnia vial (49627)	2º	3,0	Ingeniería Civil	Ingeniería del Terreno Ingeniería e Infr. de los Transportes
		Geotecnia de obras hidráulicas y marítimas (49628)	2º	3,0	Ingeniería Civil	Ingeniería del Terreno
		Patología y reparación de construcciones geotécnicas (49629)	2º	3,0	Ingeniería Civil	Ingeniería del Terreno

Tabla 3. Asignación de docencia por departamentos y ámbitos de conocimiento en las asignaturas optativas del bloque de Recursos Geológicos del segundo semestre. Se muestra, en verde, las asignaturas obligatorias del máster que pueden incluirse dentro del ámbito de la Geotecnia Ambiental y los riesgos geológico-geotécnicos. En morado se indican las asignaturas que se eliminan de la programación del máster.

Módulo	Materia	Asignaturas	Sem.	ECTS	Departamentos	Ámbitos de conocimiento
Especialización Científico-Profesional	Recursos Geológicos	Geología económica (49630)	2º	3,0	Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente	Petrología y Geoquímica
		Rocas ornamentales (49631)	2º	3,0	Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente	Petrología y Geoquímica
		Geología de reservorios y almacenes profundos (49632)	2º	3,0	Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente	Petrología y Geoquímica
		Prospección y captación de aguas subterráneas (49633)	2º	3,0	Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente	Geodinámica externa
		Hidrogeoquímica y transporte de contaminantes en acuíferos (49634)	2º	3,0	Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente	Ingeniería Química

Por otra parte, en las fases iniciales de este trabajo, se realizó una intensa búsqueda, fundamentalmente en internet, de conceptos tales como Geotecnia Ambiental, que no hay que olvidar, incluye también todo lo relacionado con los riesgos geológico-geotécnicos. En este sentido, algunas universidades, tales como la Universidad de Santander de Colombia (Universia, 2012), describe la especialización en Geotecnia Ambiental como la formación de los ingenieros y geólogos en los campos de la mecánica de suelos y rocas, con la finalidad de poder aplicar con mayor competencia y habilidad estrategias para resolver problemas en el campo de la Geotecnia desde la óptica ambiental, para interpretar y transformar el entorno en una completa armonía con el medioambiente, en las áreas del conocimiento que la ingeniería le exige (planeamiento, evaluación, diseño, construcción, control, administración y gerencia de proyectos de infraestructura básica).

También, organismos tales como el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), organismo público dependiente de los ministerios de Fomento y Agricultura, Pesca Alimentación y Medio Ambiente, entre sus líneas de actividad oferta la Geotecnia Ambiental (CEDEX, 2016). En este ámbito de la geotecnia ambiental, se llevan a cabo actuaciones de asesoramiento geotécnico en las fases de proyecto, construcción y servicio, así como de estudio de patologías, en relación a vertederos de residuos, escombreras, zonas degradadas y obras de protección ambiental.

El coordinador de la red es, en la actualidad, Presidente de la Confederación de Ingenieros Geólogos y como tal recibe información sobre la actualidad profesional del sector. En este sentido, cabe destacar que últimamente se ofertan numerosos cursos de especialización en energía geotérmica, así como se reciben diversas ofertas de empleo que pueden encajar con el perfil de Ingeniero Geólogo. Por esta razón, se indagó acerca de la idoneidad de incorporar la geotermia entre las materias de este máster. En esta tarea participó activamente el colega de la Universidad de La Laguna, por ser las Islas canarias un lugar preferente para la implementación de tecnologías relacionadas con la energía de la

Tierra. Asimismo, se consultaron publicaciones sobre esta temática, destacando entre ellas la “Guía de la energía geotérmica” editada por la Comunidad de Madrid (Llopis y Rodrigo, 2008).

La energía geotérmica, en todas sus versiones (muy baja temperatura, baja temperatura, media temperatura y alta temperatura) es una energía que permite un desarrollo sostenible, es renovable, limpia (genera muy bajas emisiones de CO₂), eficiente, económica, accesible en cualquier punto del planeta y es una energía, por su propia naturaleza, que permite el desarrollo local de la zona que la consume. Si se incorpora esta materia al máster, se ha de dar respuesta a dos cuestiones fundamentales. Por una parte, los egresados deben ser competentes para determinar las condiciones geológicas y geotérmicas favorables para que se puedan explotar los recursos geotérmicos del subsuelo de forma económica y por otra parte deben ser competentes en el aprovechamiento de este recurso energético.

Adicionalmente, atendiendo la recomendación del evaluador, se trató la idoneidad de iniciar una campaña de promoción del máster. En las reuniones previas se discutió acerca del momento adecuado para iniciar la campaña. Se plantearon dos alternativas: a) Iniciar de inmediato la campaña b) Posponer la campaña hasta que la reestructuración del máster esté completada. Finalmente, se decidió iniciar una campaña de promoción del master actual de forma inmediata, centrada en algunos países de Iberoamérica. Se debería destacar el perfil mixto profesional-investigador de nuestro máster, razón por la cual faculta para poder ingresar en programas de doctorado afines. Asimismo, se destacó que desde el punto de vista profesional es muy interesante para los problemas geológico-geotécnicos que se plantean en el marco de los riesgos naturales de Sudamérica.

Figura 1. Esquema metodológico seguido en los trabajos de reestructuración del máster.



3. RESULTADOS

Los resultados de esta investigación redundarán en la aportación de una memoria de viabilidad de la reestructuración planteada, consensuada por los miembros de la red, permitiendo una mejor toma de decisión por parte de la Comisión Académica del Master en Ingeniería Geológica.

Se mantienen en el máster todas aquellas asignaturas, ya sean obligatorias u optativas relacionadas con la Geotecnia ambiental y los Riesgos Geológicos, razón por la cual, “Geología de reservorios y almacenes profundos” se incorpora a este itinerario único, como obligatoria. Sin embargo, el resto de optativas del itinerario de Recursos geológicos desaparecen de la programación del máster.

Se ha propuesto la incorporación al plan de estudios de tres nuevas asignaturas: a) Geología aplicada a la Geotermia (3 ECTS), b) Ingeniería Geotécnica aplicada a las energías renovables (3 ECTS) y c) Diseño de aprovechamientos geotérmicos (4.5 ECTS). Todas ellas están relacionadas con las energías renovables, con el fin de potenciar esta nueva intensificación, de itinerario único, denominado “Ingeniería Geotécnico-ambiental”.

Sin embargo, para que el máster siga teniendo los 90 ECTS actuales, se debe realizar una reestructuración de créditos en las asignaturas que se imparten actualmente. En este sentido, se eliminan dos asignaturas optativas, del itinerario de Ingeniería Geotécnica, con un total de 6 ECTS y se reducen los créditos a dos asignaturas del tercer semestre. De entre las asignaturas eliminadas, la Geotecnia Vial se justifica por no encajar suficientemente en este nuevo planteamiento del máster. Sin embargo, los aspectos fundamentales que allí se tratan, se incorporarán a otras asignaturas, tales como Mecánica del Suelo Avanzada. La otra asignatura en cuestión es Geotecnia de Obras Hidráulicas y Marítimas, que será sustituida por Ingeniería Geotécnica aplicada a las energías renovables, adoptando parte de sus contenidos, sobre todo los que hacen referencia a cimentaciones *off shore* de aerogeneradores, energía hidroeléctrica, etc. En cuanto a la reducción de créditos, las asignaturas afectadas son el “Trabajo Fin de Máster”, cuya nueva asignación de créditos se sitúa más en línea con lo que se establece en otros másteres de características similares. Algo similar ocurre con “Técnicas de investigación en Ingeniería Geológica”, aunque en este caso la reducción es poco significativa.

Asimismo, aprovechando esta reestructuración, se ha realizado una asignación temporal diferente de la actual, con el fin de balancear la “dificultad” de las asignaturas del segundo semestre, según la reiterada opinión del alumnado durante estos años de impartición del máster.

Con todo ello, la optatividad desaparece, pasando a ser todas las asignaturas obligatorias y quedando la estructura del máster propuesto tal y como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Distribución temporal de las materias del máster. En gris, se muestran las asignaturas que han sufrido alguna modificación respecto de la actual estructura, ya sea por variación en el nº de créditos, planificación temporal o nueva incorporación. Asimismo, en naranja, se indican las asignaturas de nueva incorporación. En azul se muestran las asignaturas que no presentan cambios.

ASIGNATURA	TIPO	SEMESTRES		
		S1	S2	S3
Modelos matemáticos en Ingeniería Geológica	Obligatoria	4,5		
Mecánica de Medios Continuos	Obligatoria	4,5		
Tecnología de estructuras geotécnicas	Obligatoria	4,5		
Mecánica del suelo avanzada	Obligatoria	3,0		
Mecánica de rocas avanzada	Obligatoria	4,5		
Hidrogeología aplicada a la Ingeniería Geológica	Obligatoria	3,0		
Sismología aplicada a la Ingeniería Geológica	Obligatoria	3,0		
Técnicas de prospección geofísica	Obligatoria	3,0		

Ingeniería Geológico-Ambiental	Obligatoria		3,0	
Ingeniería Sísmica	Obligatoria		3,0	
Actuaciones geotécnicas especiales	Obligatoria		3,0	
Túneles y obras subterráneas	Obligatoria		3,0	
Instrumentación en Ingeniería Geológica	Obligatoria		3,0	
Estabilidad de taludes y laderas	Obligatoria		3,0	
Patología y reparación de construcciones geotécnicas	Obligatoria		3,0	
Ingeniería Geotécnica aplicada al proyecto de energías renovables	Obligatoria		3,0	
Geología de reservorios y almacenes profundos	Obligatoria		3,0	
Geología aplicada a la energía geotérmica	Obligatoria		3,0	
Proyecto de voladuras y sondeos	Obligatoria			3,0
Sistemas de Información Geográfica y Ordenación del Territorio	Obligatoria			4,5
Dirección de proyectos y obras de Ingeniería Geológica	Obligatoria			4,5
Técnicas de investigación en Ingeniería Geológica	Obligatoria			4,5
Trabajo Fin de Máster	Obligatoria			6,0
Modelización geotécnica	Obligatoria			3
Diseño de aprovechamientos geotérmicos	Obligatoria			4,5

Respecto de la campaña de promoción del máster, se ha enviado una serie de correos a profesores, siendo alguno de ellos colegas con los que se ha colaborado con anterioridad, de grados en Ingeniería Geológica, Geología e Ingeniería Civil de algunos países de Iberoamérica, tales como Ecuador, Bolivia, Perú y Colombia. El objetivo de estos correos es que estos colegas distribuyan entre sus estudiantes un texto que se ha preparado *exprofeso*, en que se indica el carácter mixto profesional-investigador, razón por la cual faculta para poder ingresar en los programas de doctorado y la idoneidad de cursarlo desde el punto de vista profesional, pues está muy orientado a los problemas geológico-geotécnicos que se plantean en el marco de los riesgos naturales de Sudamérica. Asimismo, se indica la planificación temporal del título, el precio por crédito matriculado, la posibilidad de solicitar becas para estudiantes iberoamericanos, las direcciones de contacto, los pasos a seguir para realizar una preinscripción y la posterior matrícula, los documentos a aportar y un correo electrónico de contacto, por si les surge alguna duda. Además, se diseñó un tríptico informativo, con mayor información, que también se adjuntaba en el correo electrónico (Figura 2).

Figura 1. Imagen del tríptico informativo usado en la campaña de difusión de la titulación.



4. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones de esta red se enumeran a continuación y servirán de base para la elaboración de un nuevo plan de estudios por parte de la Comisión Académica del Máster en Ingeniería Geológica.

Se ha decidido mantener la estructura del máster en 90 ECTS, aunque ello conlleve una desventaja para competir con otros títulos nacionales de características similares, pero con una carga de 60 créditos. Esta estructura está justificada por el perfil de egreso que desea suministrar el máster, expuesto en redes de investigación en docencia centradas en la titulación de Ingeniería Geológica desarrolladas en cursos anteriores.

Tal y como se planteó desde el principio de la andadura de esta red de investigación, todos sus miembros han estado de acuerdo en la necesidad de realizar acciones encaminadas a la captación de un mayor número de estudiantes.

Por la experiencia adquirida durante los tres cursos en los que se ha impartido el máster, la presencia de estudiantes que acceden con grados de Ingeniería, junto con otros que acceden con el grado de Geología, lejos de distorsionar la marcha del curso, la ha enriquecido. Esto ha sido posible, en gran medida, porque una gran parte de la evaluación se realiza de forma colaborativa. Por esta

razón no se ha considerado la recomendación de los evaluadores de sustituir parte de la optatividad del itinerario que recomienda eliminar por complementos de formación.

Tanto por la necesidad de captar más alumnado, como por la oportunidad que se abre al incorporar los aspectos energéticos y ambientales al máster se ha optado por plantear este cambio en el plan de estudios con itinerario único denominado “Ingeniería Geotécnico-ambiental”.

Por otro lado, se propone la incorporación al plan de estudios de tres nuevas asignaturas: a) Geología aplicada a la Geotermia, b) Ingeniería Geotécnica aplicada a las energías renovables y c) Diseño de aprovechamientos geotérmicos. Para compensar estas incorporaciones manteniendo el mismo número de créditos totales, se ha eliminado cuatro optativas del itinerario de Recursos geológicos, manteniéndose la asignatura “Geología de reservorios y almacenes profundos”, así como dos asignaturas optativas del itinerario de Ingeniería Geotécnica. Además, se ha reducido 7.5 créditos en dos asignaturas del tercer semestre. Asimismo, se ha variado la programación temporal de algunas asignaturas.

Atendiendo a la recomendación del panel evaluador, se ha propuesto un programa de actuación encaminado a la promoción de la titulación. Inicialmente, la campaña de promoción se ha centrado en algunos países de Iberoamérica, dado que se supone que pueden ser un mercado potencial de nuevos ingresos de estudiantes.

Las conclusiones de esta red serán elevadas a la comisión académica del máster para que las tome en consideración, si lo estima oportuno.

En futuras ediciones del programa Redes se prevé continuar con este trabajo para la implementación de las guías docentes de las nuevas asignaturas y de las actuales que hayan sufrido modificaciones.

5. TAREAS DESARROLLADAS EN LA RED

PARTICIPANTE DE LA RED	TAREAS QUE DESARROLLA
Miguel Cano González	Coordinación de la Red. Planteamiento de la metodología a seguir. Aportaciones generales a la definición de la estructura del máster. Complimentación de los informes bimensuales. Redacción y supervisión de la memoria final.
Roberto Tomás Jover	Participación en las reuniones de trabajo. Aportaciones generales a la definición de la estructura del máster. Revisión de la memoria final.
José Luis Pastor Navarro	Participación en las reuniones de trabajo. Revisión de la memoria final.
Adrián Riquelme Guill	Participación en las reuniones de trabajo. Revisión de la memoria final.
Javier García Barba	Participación en las reuniones de trabajo. Revisión de la memoria final.
Luis Bañón Blázquez	Participación en las reuniones de trabajo. Revisión de la memoria final.

Antonio José Tenza Abril	Participación en las reuniones de trabajo. Revisión de la memoria final.
José Miguel Andreu Rodes	Participación en las reuniones de trabajo. Aportaciones generales a la definición de la estructura del máster. Revisión de la memoria final.
Juan Carlos Santamarta Cerezal	Participación en las reuniones de trabajo. Propuestas relacionadas con la energía geotérmica. Revisión de la memoria final.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cano González, M.; Tomás Jover, R.; Riquelme Guill, A.; García Barba, J.; Tenza Abril, A.J.; Bañón Blázquez, L.; Ferrer Crespo, M.B.; Pulgarín Canaval, L.F. (2016). Coordinación y seguimiento en la implementación eficaz del Trabajo Fin de Máster del Máster Universitario en Ingeniería Geológica. En Roig-Vila, R.; Blasco Mira, J.E.; Lledó Carreres, A.; Pellín Buades, N. (Eds.) Investigación e Innovación Educativa en Docencia Universitaria. Retos, Propuestas y Acciones. (pp. 1355-1372). Alicante: Universidad de Alicante, Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad, Instituto de Ciencias de la Educación (ICE).
- Cano, M., Bañón, L., Tomás, R., García-Barba, J., Tenza, A.J., Cerdá, A., Andreu, J.M., Ferreiro, J.I., Sirvent, A., Torrejón, J.M., Boluda, M. (2013). Desarrollo curricular del máster universitario oficial en Ingeniería Geológica. En J.D. Álvarez, M. Tortosa, y N. Pellín (Coords.) La Producción Científica y la Actividad de Innovación Docente en Proyectos de Redes. (pp. 1260-1280). Alicante: ICE. Universidad de Alicante.
- Cano, M., García-Barba, J., Bañón, L., Tomás, R., Tenza, A.J., Valdés-Abellán, J. (2014) Implementación del contenido de las asignaturas del Máster de Ingeniería Geológica. En Álvarez Teruel, J.D.; Tortosa Ybáñez, M. T. y Pellín Buades, N. (Coords.) Investigación y Propuestas Innovadoras de Redes UA para la Mejora Docente. (pp. 725-747). ICE. Universidad de Alicante.
- Cano, M., Tomás, R., García-Barba, J., Bañón, L., Riquelme, A.J., Murcia, I. (2016). Evaluación de la implementación de las guías docentes de las asignaturas del ámbito de la Ingeniería del Terreno del Máster en Ingeniería Geológica. En Álvarez Teruel, J.D.; Grau Company, S. y Tortosa Ybáñez, M. T. y. (Coords.) Innovaciones metodológicas en docencia universitaria: resultados de investigación. (pp. 417-437). Alicante: Universidad de Alicante, Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad, Instituto de Ciencias de la Educación (ICE).
- CEDEX (2016). Disponible en:
http://www.cedex.es/CEDEX/LANG_CASTELLANO/ORGANISMO/CENTYLAB/LG/LINEAS/GEOAMBI.htm
 Consulta: julio 2017
- European Quality Assurance Network for Informatics Education (2011). Framework Standards and Accreditation Criteria for Informatics Programs. Düsseldorf Germany: EQANIE (Ed)
- Llopis Trillo, G., Rodrigo Angulo, V. (2008). Guía de la energía geotérmica. Madrid. Comunidad de Madrid
- Martínez, M. A. Carrasco, V. (2007). La multidimensionalidad de la educación universitaria. Redes de Investigación Docente - Espacio Europeo de Educación Superior, Vol. I (pp. 281-305),

Universidad de Alicante, Editorial Marfil.

Ministerio de Educación y Ciencia. (2007). Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. BOE núm. 260, de 30/10/2007.

The Quality Assurance Agency for Higher Education (2010). Master Degree Characteristics. Gloucester. United Kingdom: The Quality Assurance Agency for Higher Education (Ed)

UNIVERSIA (2012). Disponible en:

<http://www.universia.net.co/estudios/udes/especializacion-geotecnia-ambiental/st/232807> Consulta: julio 2017

VV. AA. (2008). Acuerdo de la Comisión Interuniversitaria de la Titulación de Ingeniería Geológica por el que se proponen las condiciones a las que deberán adecuarse los nuevos planes de estudios conducentes a la obtención de títulos que faculten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Geólogo. 4 de septiembre de 2008

VV. AA. (2011). Memoria para la solicitud de verificación del título de Máster Universitario en Ingeniería Geológica, Universidad de Alicante.