

FECHA: 21/07/2015

EVALUACIÓN PARA DETERMINAR LA CORRESPONDENCIA DE LOS TÍTULOS OFICIALES DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA, LICENCIATURA, ARQUITECTURA TÉCNICA, INGENIERÍA TÉCNICA Y DIPLOMATURA A LOS NIVELES DEL MARCO ESPAÑOL DE CUALIFICACIONES PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR.

Denominación del Título objeto de correspondencia	Ingeniero en Geodesia y Cartografía
Legislación Reguladora	Real Decreto 920/1992

En la fecha que se indica, la Presidencia de la Comisión de Rama de Ingeniería y Arquitectura, elevó al Coordinador de Evaluación de Enseñanzas e Instituciones de ANECA la siguiente propuesta de informe de evaluación para determinar la correspondencia al nivel del Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES) del título arriba mencionado; en la misma fecha, el Coordinador de Evaluación de Enseñanzas e Instituciones de ANECA, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 21.1 del Real Decreto 967/2014, de 21 de noviembre, aprueba la propuesta de informe elaborada por la Comisión de Rama de Ingeniería y Arquitectura y ordena el envío de este informe a la Dirección General de Política Universitaria.

1. Objeto

El presente informe tiene por objeto estudiar la correspondencia del título oficial de Ingeniería En Geodesia y Cartografía con los niveles del Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES).

La propuesta de este informe ha sido elaborada por una subcomisión designada por ANECA, compuesta por tres miembros: uno designado por Agencia, que ha actuado como presidente de la Subcomisión, otro propuesto por la presidencia de la conferencia de Directores de Escuelas Técnicas Superiores de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica, y otro a propuesta de la Asociación de Ingenieros en Geodesia y Cartografía.

A continuación se detalla un breve CV de sus componentes:

Ana Belén Anquela Julián es Doctora Ingeniera en Geodésica, Cartografía y SIG por la UPV. Titular de Universidad del Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría en la E.T.S. de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica de la Universitat Politècnica de València (ETSIGCT-UPV).

Actualmente dirige la ETSIGCT-UPV desde diciembre de 2013. Ha sido Directora del departamento de Ingeniería Cartográfica Geodesia y Fotogrametría, entre los años 2005 y 2009, Jefa de Estudios y Secretaria de la ETSIGCT, y secretaria del Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría.

Ha publicado numerosos artículos de su especialidad, tanto nacionales como internacionales. Autora de varios libros en las áreas de la Geodesia Espacial y Microgeodesia. Asimismo, ha trabajado en varios proyectos de I+D concedidos por Organismos Públicos y privados nacionales e internacionales. Ha desarrollado trabajos de evaluador de varios proyectos de investigación de ámbito nacional y autonómico.

Tiene cuatro tramos docentes (quinquenios) y un tramo de investigación (sexenio) concedidos.

Jesús Velasco Gómez es Doctor por la UPM. Titular de Escuela Universitaria del Departamento de Ingeniería Topográfica y Cartografía en la E.T.S. de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía Universidad Politécnica de Madrid (ETSITGC-UPM).

Presidente en la actualidad de la Conferencia de Directores de Escuelas que imparten estudios de Grado en Geomática y Topografía. Actualmente dirige la ETSITGC-UPM desde junio de 2012. Ha sido Profesor Ayudante en la Facultad de Ciencias Matemáticas de la UCM y Profesor Titular en la ULPGC.

Ha publicado numerosos artículos de su especialidad, tanto nacionales como internacionales. Coautor de varios libros en las áreas de la Geodesia Espacial e Ingeniería Civil. Asimismo, ha trabajado en varios proyectos de I+D concedidos por Organismos Públicos y privados nacionales. Ha impartido seminarios en Universidades españolas y extranjeras. Tiene un sexenio de investigación.

Luis Julián Santos Pérez es Doctor Ingeniero en Geodesia y Cartografía por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). En la actualidad desempeña el cargo de Jefe de Servicio de Coordinación Cartográfica en los servicios centrales de la Dirección General del Catastro en Madrid.

Es presidente de la Asociación Nacional de Ingenieros en Geodesia y Cartografía (AIGC) desde el año 2003 y ha sido Profesor Asociado en la Universidad Politécnica de Madrid.

Ha publicado varios artículos relacionados con sus actividades profesionales y académicas y ha sido y es director de multitud de contratos cartográficos en el ámbito catastral a lo largo de su carrera administrativa.

Actualmente tiene ocho trienios en el Cuerpo Nacional de Ingenieros Técnicos en Topografía de la Administración Española y ha asesorado diversos trabajos fin de carrera en el ámbito cartográfico.

2.- Antecedentes: los estudios de Ingeniero en Geodesia y Cartografía

La creación del Título de Ingeniero en Geodesia y Cartografía (IGC) se produce mediante el **R.D. 920/1992, de 17 de julio** (B.O.E. 206 de 27 de agosto), los primeros ingenieros reciben su título en el año 1996. Con esta titulación se pretende cubrir un vacío existente en el mercado laboral, tanto en la empresa privada como en las diferentes administraciones, en el ámbito de las Ciencias de la Tierra, en concreto en la Cartografía y la Geodesia. Este vacío hasta ese momento ha sido cubierto por otros profesionales de otras ramas de perfiles heterogéneos e inconexos, a veces incluso poco afines. Por tanto crea un marco de trabajo que aúna los nuevos planteamientos y tendencias que el campo profesional estaba demandando. Hemos de tener en cuenta que el desarrollo de nuestra sociedad se basa en la capacidad humana para extraer y

explotar la información. Por ello hay que contar con el apoyo de la ciencia y la tecnología para optimizar las soluciones y revelar las mejores respuestas.

Estas soluciones son muy variadas ya que la Ingeniería en Geodesia y Cartografía abarca un área amplia y dinámica que entra directamente en la mejora de metodologías y optimización de recursos para el desarrollo local, regional y nacional de nuestra sociedad.

Se ha de tener en cuenta que hasta ese momento sólo existía una titulación para cubrir ese espacio, la Ingeniería Técnica en Topografía. Era la única titulación que no contaba con una Ingeniería propia en el ciclo superior aunque a lo largo de la historia estuvo a punto de crearse en varias ocasiones, no se dieron las circunstancias adecuadas hasta ese momento.

La titulación de Ingeniero en Geodesia y Cartografía, es un ciclo superior de dos años, cuyo acceso mayoritario ha sido a través de la Ingeniería Técnica en Topografía, siendo una continuación natural de ésta para así lograr una Titulación Superior hasta entonces inexistente. Con la titulación de IGC se adquiere un alto grado de especialización en materias relacionadas con la Cartografía, Geodesia, Fotogrametría, Teledetección, Medio Ambiente, Ordenación del Territorio, etc.

El verdadero embrión de la actual titulación se puede considerar que surge en 1981, cuando se realizan los planes de estudios conducentes a la creación del 2º ciclo de la Ingeniería Técnica en Topografía, proponiendo el nombre de Ingeniería Geográfica y el proyecto de que constara de curso de adaptación, bien para los Ingenieros Técnicos en Topografía, bien para otras Escuelas Técnicas Superiores e Informáticos con los tres primeros cursos aprobados. Tras el curso de adaptación seguirían 4º, 5º y 6º y un tercer ciclo (doctorado).

Esta vez tampoco se llevó a efecto su creación debido a un cambio de gobierno. Es con la reforma universitaria (L.R.U.) de 1987 cuando el título se articula en base al RD 1497/1987) ya con el actual y definitivo nombre de Ingeniería en Geodesia y Cartografía. Es así como entra en el catálogo de títulos universitarios del Estado Español. Las directrices generales propias de los planes de estudio conducentes a la obtención del Título Oficial de Ingeniero en Geodesia y Cartografía se recogen en el R.D. 920/1992 de 17 de julio (B.O.E. 206 de 27 de agosto).

El inicio real de estos estudios tiene lugar en el curso 1994/95 en la Universidad Politécnica de Valencia y la Universidad de Jaén. El curso siguiente comienzan a impartirse estos estudios en la Universidad Politécnica de Madrid y en años posteriores se llega a la actual situación de impartir la titulación además de en las universidades anteriores, también en la Universidad de Alcalá de Henares, Universidad de Extremadura (Cáceres) y Universidad de Salamanca (Avila).

En la actualidad esta titulación está siendo sustituida por diferentes másteres adaptados al EEES. Nuestros Titulados – alrededor de 600 en todo el territorio nacional - están, actualmente ocupando cargos de responsabilidad en diferentes sectores profesionales,

tanto en la empresa privada como en las administraciones. En este campo, como titulado de segundo ciclo pueden optar a plazas del Grupo A1 que no sean de Cuerpos específicos, con excepción hecha del Cuerpo de Ingenieros Geógrafos del Instituto Geográfico nacional, cuyo temario de oposición, coincide en su mayor parte con los temarios "medios" impartidos en las diferentes universidades.

Tabla 1
Escuelas donde se ha impartido la titulación de Ingeniero en Geodesia y Cartografía y su carga lectiva.

UNIVERSIDAD	Curso implantación	Nº Créditos
Politécnica de València	1994/95	150
Politécnica de Madrid	1995/96	150
Jaén	1994/95	150
Salamanca (Ávila)	1999/00	150
Alcalá de Henares	1997/98	150
Extremadura (Cáceres)	1999/00	135

Como podemos observar la titulación se empieza a impartir a mediados de los años noventa, impartándose ya en el año 2000 en todas las Escuelas que la ofrecían, también vemos que en la mayoría de la Escuelas la carga lectiva correspondía a 150 créditos, observando una carga menor en la Universidad de Extremadura.

Los retos que el Ingeniero en Geodesia y Cartografía afronta, pasan por el dominio de los conceptos físicos y matemáticos que rigen las áreas de conocimiento de la Geodesia y la Cartografía mediante la producción y explotación de grandes proyectos Cartográficos y de Ingeniería Civil, así como estudios Medio Ambientales y Planeamiento Urbano. Se da especial importancia a los Sistemas de Información Geográfica de extensa aplicación en los campos de las Telecomunicaciones y la Administración. Es en este último en el que el papel del INGENIERO EN GEODESIA Y CARTOGRAFIA cobra una especial importancia, ya que por sus características, habría de ocupar los puestos de responsabilidad y decisión en los grandes proyectos cartográficos y geodésicos que por su formación domina con más profundidad que otras titulaciones.

3. Análisis de la correspondencia con el nivel 3 de MECES

El análisis de correspondencia de la formación adquirida al cursar el título de Ingeniero en Geodesia y Cartografía ha de considerar las titulaciones de primer y segundo ciclo que dan acceso a este título oficial, junto con la formación adquirida al cursar su plan de Estudios en cualquiera de la Universidades que lo han ofertado. En conjunto esto configura el nivel de conocimiento y competencias que adquieren los titulados y es su valoración conjunta la que ha de permitir justificar el nivel de formación adquirida en este segundo ciclo, considerando también su carga horaria y duración para justificar con el nivel 3 de MECES.

Para el análisis de adecuación de ha trabajado fundamentalmente con tres aspectos:

1ª Correspondencia con la formación adquirida (contenidos en los planes de Estudio y carga horaria), Correspondencia con los objetos generales de MECES, según Real Decreto 1027/2011 y duración de los estudios anteriores y posteriores al EEES.

2ª Efectos académicos: correspondencia entre requisitos de acceso al doctorado.

3ª Indicadores externos de ámbito internacional.

3.1 Correspondencia con la formación adquirida

3.1.1 Contenido y carga horaria.

En este apartado se analiza la correspondencia de la formación adquirida con el título oficial de Ingeniero en Geodesia y Cartografía con el nivel MECES correspondiente desde un punto de vista de carga horaria y de contenidos.

Para comenzar, hay que establecer las correspondencias entre los créditos de los planes de estudios anteriores a la EEES y su equivalente en ECTS del EEES. Para el plan de Estudios de Ingeniero en Geodesia y Cartografía se considera que la equivalencia entre ambos próxima al 1 a 1. En general, 1 ECTS corresponde a una dedicación global por parte del estudiante de entre 25 y 30 horas (Real Decreto 1125/2003), de las cuales las horas presenciales son aproximadamente una tercio, aunque depende de las materias y las Universidades, tal y como reflejan las memorias de los planes de Estudio verificadas. Estos valores están dentro del rango de los estimados para otros títulos de ingeniería, por lo que puede justificarse dicha equivalencia también empleando como criterio la homogeneidad dentro del ámbito.

Para trabajar el contenido, partimos del real decreto 1393/2007 y el Real Decreto 1027/2011 donde se establecen competencias generales para el nivel 3 del MECES, es decir, para los títulos de máster universitario. Se analiza en este apartado si en las directrices de los títulos de Ingeniero en Geodesia y Cartografía se contienen, objetivos afines a dichas competencias generales.

La justificación razonada del nivel de especialización que representan estos planes de estudios del título de Ingeniero en Geodesia y Cartografía se basa en el análisis de la descripción de los contenidos de las materias troncales, de cuya revisión se deduce el nivel avanzado al que corresponde el título y que se ajustan a la adquisición de las competencias básicas generales correspondientes al nivel de máster, todas ellas de carácter transversal, ya que se adquieren mediante el conjunto de materias que configuran el título. El breve descriptor de las materias troncales en el Real Decreto 920/1992 de directrices generales del título, se concentra de manera escueta, en los contenidos de cada materia, por lo que la justificación de la adquisición de las competencias generales básicas solo puede hacerse a partir del contexto de las materias y su nivel de especialización.

Para analizar la correspondencia de los contenidos que se adquieren al cursar el título oficial de Ingeniero en Geodesia y cartografía y dadas las diferentes orientaciones de los distintos planes de Estudios según las diferentes Universidades, se ha focalizado el análisis en la materias troncales fijadas por sus directrices generales según Real decreto 920/1992. Dado que estas materias representan en conjunto un mínimo de 87 créditos troncales en todos los planes de Estudio (superando el mínimo equivalente de 60 ECTS exigidos para el nivel de máster), será suficiente justificar que todos estos créditos troncales se corresponden con el nivel 3 de MECES y con los objetivos generales de MECES para este nivel, según real decreto 1027/2011.

La tabla 2 aporta el detalle de las materias troncales del plan de estudios, con una breve descripción de los contenidos y el número mínimo de créditos que ha de incluir cualquiera de los planes de estudios que oferten las universidades para este título.

TABLA 2: Materias troncales de los planes de estudios conducentes a la obtención del título oficial de Ingeniero en Geodesia y Cartografía y breve descripción de sus contenidos (Real Decreto 920/1992)		
Relación de materias troncales	Breve descripción de los contenidos	Créditos
Fotogrametría	Fotogrametría analítica. Sistemas fotogramétricos orientados a cartografía asistida por ordenador y a la formación de bases cartográficas numéricas	18
Geodesia y Geofísica	Proyecto optimización y compensación de redes geodésicas. Cartografía matemática. Instrumentación. Métodos de posicionamiento geodésico. Control geodinámica. Estudio del campo magnético y gravitatorio terrestre. Física del interior de la tierra. Evolución dinámica, terrestre y tectónica global. Sismología	18
Geografía aplicada	Geografía general y aplicada. Técnicas y tecnología de cuantificación, previsión e inferencia. Biogeografía y medio ambiente. Análisis territorial y urbano.	12
Informática aplicada	Fundamentos de informática. Lenguajes informáticos aplicados a la ingeniería en Geodesia y cartografía. Aplicaciones de las bases de datos a la cartografía.	6
Métodos matemáticos	Ecuaciones diferenciales. Ecuaciones en derivadas parciales. Geometría diferencial. Variable compleja. Análisis numérico. Inferencia estadística.	6
Sistemas y procesos Cartográficos	Representación cartográfica. Teoría de la imagen y semiología gráfica. Bases cartográficas numérica. Tecnología informática de aplicación en procesos cartográficos. Reproducción cartográfica.	21
Proyectos	Metodología, organización y gestión de proyectos.	6

A la vista de la descripción de los contenidos de la troncalidad de la tabla 2, queda patente que éstos se corresponden con un nivel de especialización avanzado equivalente al máster. Como se desprende de la tabla, hay una clara evidencia de contenidos avanzados y especializados fundamentalmente en las áreas de la geodesia y

geofísica, Fotogrametría, así como sistemas y procesos cartográficos. Todos ellos son propios de un nivel avanzado que requieren haber adquirido con anterioridad una formación previa, en este caso mediante la vía de acceso al título. En comparación con los títulos de máster que actualmente se ofertan dentro del EEES en el ámbito de la Ingeniería Cartográfica, se observa que existe una equivalencia en el nivel de especialización con el título del catálogo regulado por el Real Decreto 920/1992. Este nivel garantiza la adquisición de todas las competencias generales básicas requeridas para considerar este título como de nivel de máster según el Real Decreto 1393/2007.

En resumen, queda plenamente justificado que el nivel de especialización que se alcanza al cursar las materias troncales de este título se corresponde con el nivel de especialización de máster en el marco del MECES.

3.1.2 Correspondencia con los objetos generales de MECES

En cuanto a las correspondencias con los objetivos generales de MECES, el artículo 7.2 del Real Decreto 1027/2011 atribuye al nivel 3 del MECES, a través de los resultados del aprendizaje, las siguientes competencias generales:

- M1)** Haber adquirido conocimientos avanzados y demostrado, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio.
- M2)** Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados.
- M3)** Saber evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso.
- M4)** Ser capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas a cada ámbito concreto de actividad, científico/investigador, tecnológico o profesional, en general multidisciplinar, en que se desarrolle su actividad.
- M5)** Saber transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan.
- M6)** Haber desarrollado la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento.
- M7)** Ser capaz de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.

Por su parte, el Anexo 1, apartado 3.3, del Real Decreto 1393/2007 requiere que los títulos de Máster Universitario garanticen, al menos, las siguientes competencias generales básicas:

- Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
- Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio;
- Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios;
- Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones -y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades;
- Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Puede comprobarse que es plena la coincidencia entre las competencias generales del Real Decreto 1027/2011 y del Real Decreto 1393/2007. Su condición de competencias generales no las hace ser exclusivas de ninguna rama científica o técnica, si bien necesitan desarrollarse y consolidarse en ámbitos temáticos específicos. Una vez adquiridas y ejercitadas, operan en cualquier ámbito temático con el que se esté mínimamente familiarizado. Su finalidad es orientar la inteligencia dotándola de capacidades de elevado nivel intelectual (asimilación del conocimiento como fuente de modelización teórica y de predicción de resultados, asociación y extrapolación inter-contextual de ideas, hibridación de conocimientos, polivalencia científico-técnica, autonomía de aprendizaje, transmisión de ideas ágil, rigurosa y eficaz) y de alto compromiso ético hacia la sociedad y la naturaleza.

Estas competencias son genéricas y aplicables a todas las ramas de conocimiento.

Para valorar la adquisición de estos resultados, se han considerado los planes de estudios indicados en los antecedentes, teniendo en cuenta que todos ellos comparten una troncalidad común, pero que cada universidad concreta en su plan de estudios la orientación que le da al título. Desde una perspectiva global, puede afirmarse que en mayor o menor grado todas las materias del plan de estudios contribuyen en diverso grado en la adquisición de estos resultados de aprendizaje. Para la identificación de la correspondencia entre las materias y los resultados de aprendizaje se ha tenido en cuenta la descripción de los contenidos que se incluye en el Real Decreto 920/1992 de directrices generales del título, y además, el carácter y orientación de estas materias en los planes de estudios publicados, su secuenciación, los contenidos impartidos y la distribución teórica/práctica. Con ello se puede identificar aquellas materias en que los resultados de aprendizaje quedan más vinculados, sin que ello signifique la exclusión de las otras.

En este sentido, considerando el marco de los resultados M1-M7 anteriores, se ha valorado en cada materia según si está más orientada al conocimiento y fundamentos de los aspectos científicos y técnicos, o tiene una componente práctica importante de integrar conocimientos para la resolución de problemas, trabajar en entornos complejos o con información incompleta, si los aspectos tecnológicos adquieren un peso fundamental en la materia, su multidisciplinariedad, sus aspectos innovadores y creativos, su mayor vinculación con posibles proyectos y la capacidad de comunicar, y finalmente los aspectos de responsabilidad social, ética y de organización del autoaprendizaje. Con estos criterios se presenta en la tabla 3 los resultados de aprendizaje para un nivel 3 de MECES (máster) definidas según el artículo 7 del *Real Decreto 1027/2011*, y las materias troncales del plan de estudios, donde se ha añadido la agrupación del resto de materias obligatorias y optativas. En la tabla se refiere con "X" a aquellas materias que se identifican mejor con la adquisición de los resultados M1-M7 según estos criterios.

Materias troncales (Real Decreto 920/1992)	Créditos (mínimo)	Resultados aprendizaje nivel 3 MECES (Real Decreto 1027/2011)						
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Fotogrametría. Fotogrametría analítica. Sistemas fotogramétricos orientados a cartografía asistida por ordenador y a la formación de bases cartográficas numéricas	18	X	X		X		X	X
Geodesia y Geofísica. Proyecto optimización y compensación de redes geodésicas. Cartografía matemática. Instrumentación. Métodos de posicionamiento geodésico. Control geodinámico. Estudio del campo magnético y gravitatorio terrestre. Física del interior de la tierra. Evolución dinámica, terrestre y tectónica global. Sismología	18	X			X	X	X	
Geografía Aplicada. Geografía general y aplicada. Técnicas y tecnología de cuantificación, previsión e inferencia. Biogeografía y medio ambiente. Análisis territorial y urbano.	12			X	X		X	
Informática aplicada. Fundamentos de informática. Lenguajes informáticos aplicados a la ingeniería en Geodesia y cartografía. Aplicaciones de las bases de datos a la cartografía.	6		X				X	
Métodos matemáticos. Ecuaciones diferenciales. Ecuaciones en derivadas parciales. Geometría diferencial. Variable compleja. Análisis numérico.	6		X		X		X	