



**SUBSANACIÓN RELATIVA AL INFORME DE EVALUACIÓN DE LA
SOLICITUD DE VERIFICACIÓN DE PLAN DE ESTUDIOS OFICIAL
REMITIDO POR LA ANECA.**

FECHA: 23/12/2014
EXPEDIENTE Nº: 3040/2009
ID TÍTULO: 4312565

Denominación del Título	Máster Universitario en Ingeniería Geodésica y Cartografía por la Universidad Politécnica de Madrid
Universidad solicitante	Universidad Politécnica de Madrid
Universidad/es participante/s	Universidad Politécnica de Madrid
Centro/s	Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Topografía Geodesia y Cartografía
Rama de Conocimiento	Ingeniería y Arquitectura

Los aspectos a modificar y la modificación realizada son los que se indican a continuación:

ANECA: ASPECTOS A SUBSANAR	UPM: SUBSANACIÓN
<p>CRITERIO 4: ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES</p> <p>Se deben activar los enlaces que se facilitan en los sistemas de información previa y en el apoyo a estudiantes.</p> <p>Se deben incluir en la memoria los criterios de admisión que deben ser claros, objetivables y públicos. Además, deben estar ponderados para el caso en que la demanda supere a la oferta.</p> <p>Dado que una de las lenguas de impartición del título es el inglés, se debe incluir en los criterios de admisión el nivel exigido de dicha lengua de acuerdo con los parámetros europeos establecidos al efecto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se han corregido los enlaces web a los documentos dándoles una nueva forma más estable, indicando cómo llegar a los documentos a través del sistema de navegación de los sitios web (anexo al apartado 4.1) ✓ Se han puesto de forma clara y objetiva los criterios de acceso y baremos para valorar los méritos de los solicitantes(4.2) ✓ Se ha añadido explícitamente el nivel de inglés requerido para el acceso al máster: B2 (apartado 4.2)
<p>CRITERIO 5: PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS</p> <p>Dado que en el plan de estudios se especifica que se ofertaran prácticas externas optativas se debe incluir una ficha detallada de las mismas, incluyendo competencias, actividades formativas, contenidos, sistema de evaluación, etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se han completado los apartados correspondientes a las prácticas externas en cada uno de los tres itinerarios. <p>Se han incluido los objetivos, competencias, actividades y contenidos.</p> <p>Se ha incluido el método de evaluación de las prácticas externas, específico para las mismas</p>

<p>CRITERIO 6: PERSONAL ACADÉMICO Debido a la incorporación de la asignatura optativa Prácticas Externas, la propuesta debe contar con un cuadro de profesores con la suficiente experiencia profesional como para hacerse cargo de manera adecuada de las prácticas externas.</p>	<p>✓ Si bien en los currícula del profesorado que se incluyen en el archivo adjunto ya quedaba plasmado, se añadió una sección inicial indicando a modo de resumen las decenas de proyectos de investigación, innovación, desarrollo y consultoría en colaboración con empresas y organismos a cargo del plantel de profesores así como las decenas de años de experiencia profesional que tanto en empresas privadas como en organismos públicos (excluida la universidad) acumulan. Se ha incorporado, también, a modo de resumen no exhaustivo un listado de empresas y organismos relevantes del sector en los cuales los profesores trabajan o han trabajado.</p>
<p>CRITERIO 7: RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS Debido a la incorporación de la asignatura optativa Prácticas Externas, debe incluirse la relación de convenios con instituciones y/o empresas para su realización.</p>	<p>✓ Se ha incluido al final del documento (punto 7.5) un listado de las empresas y organismos con los que existen convenios de colaboración para la realización de las prácticas externas.</p>

MÁSTER EN INGENIERÍA GEODÉSICA Y CARTOGRAFÍA

EXPLICACIÓN DE LAS MODIFICACIONES EFECTUADAS RELATIVA A LOS ASPECTOS A MODIFICAR EN LA APLICACIÓN DE VERIFICA

CRITERIO 4. ACCESO Y ADMISIÓN

Se señala que los complementos de formación están fuera del máster pero se debe indicar quiénes tendrán que realizar dichos complementos de formación.

Se ha añadido el siguiente texto:

Los complementos de formación los deberán realizar en primer lugar los que determine la legislación vigente a nivel general y además aquéllos que resulten según los criterios planteados por la Universidad Politécnica de Madrid. En el proceso de admisión se especifican inicialmente los requerimientos por parte de la universidad y sobre esta referencia el Programa determina si el nivel de formación previa resulta suficiente.

Para ello se ha creado un sistema de determinación semiautomático, aprobado en la Comisión de Ordenación Académica de Máster, con la especificación de un número determinado de materias cuyo estudio previo resulta conveniente para la realización del Máster

En función de ello se consideran diferentes porcentajes cubiertos, según los cuales se establecen distinto número de complementos formativos que es preciso realizar, que difieren según especialidad, no siendo preciso realizar complementos cuando la cantidad de formación asimilable llega a una determinada cantidad.

Se procura además que los complementos formativos sean específicos para cada procedencia docente, no solo según titulaciones, sino, a veces, y resulta significativo, en función de la universidad en la que se haya desarrollado la titulación y la especialización concreta del alumno.

Astronomía

Ajuste de Observaciones

Cartografía Básica

Cartografía Avanzada

CAD/Geometría Descriptiva

Catastro

Derecho/Administración

Economía

Física

Fotogrametría Básica

Fotogrametría Avanzada

Geodesia Física

Geodesia Matemática

Geofísica

Geomorfología/Geología
GNSS
IDE
Ingeniería Ambiental
Informática
Matemáticas
SIG
Teledetección
Topografía Básica
Topografía Avanzada
Urbanismo

Dado que se pueden reconocer hasta 18 créditos por prácticas voluntarias en empresas, se debe aclarar qué módulos o materias se reconocerán.

Se ha añadido el siguiente texto:

El planteamiento de la Universidad Politécnica de Madrid implica el reconocimiento de hasta 18 créditos en prácticas por empresas. En este sentido se reconocerán en aquellas materias/asignaturas en las que exista convencimiento de que se desarrolla una labor equivalente a la formación general reglada.

Esta formación puede plantearse en definitiva de distintas formas, una de las cuales es la realización de un trabajo fin de máster en empresa (15 créditos) que debe garantizar las mismas condiciones de calidad que en otros ámbitos.

CRITERIO 5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

La transformación de la estructura de asignaturas a materias no permite entender la organización de la titulación ni la formación obligatoria y optativa para los estudiantes dado el elevado número de materias mixtas. Se debe clarificar la asignación de cada materia, o parte de ella, a la estructura diseñada indicando **en cada caso las materias obligatorias y optativas que correspondan.**

Se ha realizado

Además, se debe explicitar una planificación temporal de las materias.

Dado que en la memoria se señalan 3 especialidades mientras que en la descripción del título no se indica ninguna, se debe aclarar este aspecto.

Se debe completar la información de las fichas de las materias indicando una breve **descripción de los contenidos, las actividades formativas, el sistema de evaluación y la bibliografía**

Se ha realizado. La bibliografía se ha situado al final de cada apartado de contenidos en cada una de las materias

CRITERIO 6. PERSONAL ACADÉMICO

Se debe proporcionar información sobre el perfil docente e investigador y la experiencia profesional del personal académico propuesto.

Se ha confeccionado un pdf con estas cuestiones

2. Justificación del Título

Los estudios universitarios de Ingeniería Geodésica y Cartografía nacieron como la necesidad de plantear una educación que completase el nivel alcanzado por los estudios de Ingeniería Técnica Topográfica Topografía en España.

Ahora, cuando los estudios de Ingeniero Técnico en Topografía han sido sustituidos por los de Graduado en Ingeniería Geomática y Topografía se hace patente la necesidad de contar con unos estudios que constituyan su correspondiente desarrollo y especialización en el campo profesional y que permitan, además el acceso al Doctorado.

2.1. Justificación del título propuesto, argumentando el interés académico, científico o profesional del mismo

La información relativa al título propuesto se encuentra en el texto del Consejo de Gobierno de la UPM de fecha 26/06/2008, 10/07/2008 y 24/07/2008, según el documento (anexo XII). “Nuevas titulaciones de Grado y Máster aprobadas, y su adscripción a los Centros de la Universidad, al amparo del RD 1393/2007 de ordenación de las enseñanzas oficiales.

El título de Máster Universitario en Ingeniería Geodésica y Cartografía se encuentra incluido en el Mapa de titulaciones de la Universidad Politécnica de Madrid, donde aparece como responsable la Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía.

En este mismo documento se establece el Título de Graduado/a en Ingeniería Geomática y Topografía, por la UPM, desde el que los egresados podrán acceder al Máster sin ningún complemento formativo, tal y como dispone el artículo 16 del Real Decreto RD 1393/2007, de 29 de octubre, que establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.

Según se resume en la presentación institucional de la Escuela (<http://www.topografia.upm.es/escuela/presentacion.html>):

Los estudios de Topografía en España tienen su origen en la creación, en 1954, de la Escuela de Topografía, dependiente del Ministerio de Educación Nacional. La institución motora de dicha creación es el Instituto Geográfico y Catastral, entidad pública que intenta así conseguir la formación técnica necesaria para los aspirantes a funcionarios del denominado Cuerpo Nacional de Topógrafos Ayudantes de Geografía y Catastro.

El Plan de estudios estaba, por lo tanto, polarizado hacia la formación de futuros funcionarios. No obstante, desde la fundación de la Escuela comenzó a sentirse la necesidad de adecuar cada vez más las enseñanzas a la actuación en el ámbito privado.

Tuvo su primera ubicación en la sede de dicho Instituto, en la calle General Ibáñez Ibero, número 3, de Madrid, trasladándose en septiembre de 1988 a su nueva sede en el Campus Sur de la UPM.

Con fecha 1 de Junio de 2005 se acuerda la creación de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía por transformación de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Topográfica, encargándole la organización de las enseñanzas y de los procesos académicos, administrativos y de gestión conducentes a la obtención de los títulos de Ingeniero Técnico en Topografía y de Ingeniero en Geodesia y Cartografía.

El título de Máster propuesto viene a sustituir al de Ingeniero en Geodesia y Cartografía de la Universidad Politécnica de Madrid.

2.2. Referentes externos que avalen la adecuación de la propuesta a criterios nacionales o internacionales para títulos de similares características académicas

En el Libro Blanco de la Ingeniería Topográfica y Geodésica se especifica que “el primer Plan de Estudios de Ingeniería en Geodesia y Cartografía en su configuración actual dentro del sistema universitario español data de marzo de 1994 mediante resolución de la Universidad Politécnica de Valencia, donde empezó a impartirse la titulación en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica. Desde ese momento, se fue ampliando progresivamente a las diferentes escuelas que en la actualidad ofrecen estos estudios...”.

En el curso 2008-09 los estudios de Ingeniero en Geodesia y Cartografía se han impartido en 7 centros pertenecientes a las siguientes Universidades:

Universidad	Postgrado/Máster
Alcalá de Henares	Ingeniería en Geodesia y Cartografía
Cantabria	I. Geográfica y Expresión Gráfica en la Ingeniería
Extremadura	Ingeniería en Geodesia y Cartografía
Jaén	Ingeniería en Geodesia y Cartografía
Politécnica de Madrid	Ingeniería en Geodesia y Cartografía
Politécnica de Valencia	Ingeniería en Geodesia y Cartografía
Salamanca	Ingeniería en Geodesia y Cartografía
Máster Interuniversitario de la Universidad de: Alcalá de Henares, Cantabria, Complutense de Madrid,	Ciencia y Tecnología de la Ingeniería Geodésica y Cartografía
Jaén, Salamanca, Politécnica de Valencia.	

Tabla 2 Universidades españolas con estudios de Segundo Ciclo de Ingeniero en Geodesia y Cartografía.
Fuente Elaboración propia

Se hace referencia a continuación de las direcciones específicas de estos centros pertenecientes a Universidades de las siguientes comunidades autónomas:

- Andalucía. Universidad de Jaén (Escuela Politécnica Superior). Ingeniero en Geodesia y Cartografía
http://www.ujaen.es/serv/acceso/documentos/tripticos_titulaciones/UJA_%20pol_jaen_geomatica.pdf
 - Castilla y León. Universidad de Salamanca. (Escuela Politécnica de Ávila). Ingeniero Técnico en Topografía. <http://politecnicavila.usal.es/pagina/?a=escuela&b=presentacion>
 - Comunidad de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid. (Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía). Ingeniero en Geodesia y Cartografía <http://www.topografia.upm.es>
 - Comunidad de Madrid. Universidad de Alcalá de Henares. (Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Geodesia). Ingeniero en Geodesia y Cartografía
<http://www2.uah.es/arquitectura/>
 - Comunidad Valenciana. Universidad Politécnica de Valencia. (Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Geodésica, Cartográfica y Topográfica). Ingeniero Técnico en Topografía.
<http://www.upv.es/entidades/ETSIGCT/>
 - Extremadura. Universidad de Extremadura. Centro Universitario de Mérida. Ingeniero Técnico en Topografía.
http://www.unex.es/unex/centros_uex/centros/cum/info_academica_centro/titulaciones/info_titulacion
- Durante la elaboración del plan de estudios se han consultado los siguientes referentes:

- “Libro Blanco” de la titulación de Graduado/a en Ingeniería Geomática y Topografía, que también aborda la situación de los Ingenieros en Geodesia y Cartografía. (Se adjunta parte como anexo XIII).
- Libro Blanco (Título de Grado en Ingeniería Geomática y Topografía) de ANECA. http://www.aneca.es/activin/docs/libroblanco_jun05_topografia.pdf
- Informe de inserción laboral efectuado entre los miembros de la Asociación de Ingenieros en Geodesia y Cartografía en el año 2003.
- Planes de estudio de las universidades referidas

La actividad del Ingeniero en Geodesia y Cartografía ha sido considerada y favorablemente evaluada por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) en el Libro Blanco correspondiente, junto con los de Ingeniero Técnico en Topografía. (<http://www.aneca.es>).

A nivel internacional interesa ante todo consignar las referencias existentes en el marco del Ámbito Europeo de Educación Superior de universidades que imparten titulaciones similares a la propuesta de Máster en Ingeniería Geodésica y Cartografía por la Universidad Politécnica de Madrid. Se ha realizado un análisis detallado y minucioso de programas, competencias y contenidos.

Según se expondrá más adelante, en el máster se reconocen una serie de especialidades, unas más clásicas, otras más innovadoras, entre las que se encuentra la “Gestión Geomática del Territorio” (especialidad C).

Al respecto, el espíritu de asimilación a la corriente docente europea nos lleva, indefectiblemente, a observar, analizar e incorporar, cuando así se entienda conveniente, ideas, planes y materias incluidas en estudios homólogos europeos, que puedan enriquecer este Máster y amplíen las posibilidades de homologación allende nuestras fronteras.

Así, se observa que la Universidad Técnica de München presenta un Máster en Land Management and Land Tenure que desde hace años viene impartándose, con gran éxito, en la Facultad de Ingeniería Civil y Geodesia, donde también se imparte otro sobre Environmental Engineering, íntimamente ligado con algunos de los apartados de nuestro propio título.

De manera similar se observa en el Swiss Federal Institute of Technology de Zürich (ETH), donde se ofrece a los alumnos la posibilidad de seguir un curso Máster sobre Geomatics and Planning, que goza de gran predicamento entre los alumnos nacionales y extranjeros, y que, de alguna manera, es el “flan ship” de esta Institución en el campo de las Geociencias y Territorio.

La misma situación se da en el Dublin Institute of Technology donde se ofrecen varios cursos de Máster en Land Management, Sustainable Environment, etc.

Similar situación se ofrece en la Universidad de Aalborg (Dinamarca) o en la Escuela de Ingenieros Topógrafos de Le Mans (Francia), el mayor y más renombrado centro universitario francés en estas materias.

Si todas estas Universidades europeas han incorporado a su oferta docente cursos similares al que hoy ofrece esta Escuela es debido a la alta implantación de estas materias en el quehacer profesional de la mayoría de profesionales universitarios de titulaciones iguales o semejantes a las nuestras.

No hay sino mirar a las estadísticas europeas de campos de actividad de los profesionales de las Geociencias para ver cómo todo lo relacionado con actividades del territorio ocupa entre el 45 y el 65% de su actividad.

Si se observan las publicaciones de las dos principales organizaciones profesionales afines a la del máster, tanto a nivel europeo (Comité de Liaison des Géomètres Européens CLGE) como a nivel mundial (Fédération Internationale des Géomètres FIG) veremos que la gran mayoría de ellas versan sobre temas directa e íntimamente relacionados con estas materias. Lo mismo podría decirse de los eventos internacionales organizados por las mismas.

Ante este panorama académico y profesional, esta Escuela, esta Universidad, no podían estar fuera de la corriente internacional y, por ello, han incluido este módulo en el diseño del curso de Máster, con el pleno convencimiento de que haciéndolo así están ofreciendo lo mejor a sus posibles alumnos y a la sociedad a la que nos debemos.

De todas formas en la presente memoria se restringe la exposición en formato normalizado a las “cinco titulaciones de similares características académicas que se impartan en otros países europeos e internacionales que se hayan considerado como referentes para la titulación que se propone en la UPM.”

Las Universidades seleccionadas han sido las siguientes:

- Msc in Geodesy and Geoinformation Science. The Berlin University of Technology (TU Berlin, Alemania).
- Msc in Geomatic Engineering. UCL Department of Geomatic Engineering, London (Reino Unido).
- Msc in Geomatics and Planning. Department of Civil, Environmental and Geomatic Engineering. ETH, Zürich (Suiza).
- Msc in Geomatics. University of Applied Sciences, Karlsruhe (Alemania)
- MSc in Spatial Information Management. Dublin Institute of Technology (Irlanda)

Cabe mencionar además el curso internacional organizado por 4 universidades europeas: University of Southampton (United Kingdom), Lund University (Sweden), the University of Warsaw (Poland) y the International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation ITC (the Netherlands) http://www.gem-msc.org/i_general.aspx

Denominación del Título	Master in Geodesy and Geoinformation Science.
Universidad	Institut für Geodäsie und Geoinformationstechnik Berlin University of Technology
Ciudad y País	Berlin, Alemania
Perfiles profesionales vinculados al título:	No
Duración (en años)	2
¿Ha tenido la UPM convenio de intercambio, acuerdos de doble titulación,...? En caso afirmativo indique cuál	No
Breve descripción del Proyecto formativo en la universidad de referencia.	
Enlace de referencia: http://www.igg.tu-berlin.de/index.php?id=421&L=1	
Los objetivos, competencias y contenidos del curso son afines al propuesto. Se señalan los campos de la Geoinformación, la Geodesia y Navegación Espacial, la Topografía, Ajuste de observaciones, Visión artificial y Teledetección.	
Faltaría en este máster sólo cuestiones geomáticas aplicadas a la ordenación territorial.	

Denominación del Título	MSc in Surveying
Universidad	UCL Department of Civil, Environmental and Geomatic Engineering
Ciudad y País	Londres, Reino Unido
Perfiles profesionales vinculados al título:	No
Duración (en años)	2
¿Ha tenido la UPM convenio de intercambio, acuerdos de doble titulación,...? En caso afirmativo indique cuál	No

Breve descripción del Proyecto formativo en la universidad de referencia.

El planteamiento de la Universidad es la diferenciación de másteres diferenciados que recogen temáticas distintas de la formación temáticas, que se detallan a continuación:

MSc in Earthquake Engineering with Disaster Management

MSc in Environmental Systems Engineering

MSc in Transport

MSc in Geographic Information Science

MSc in Environmental Mapping

MSc in Hydrographic Surveying

MSc in Photogrammetry with Remote Sensing

MSc in Remote Sensing

MSc in Surveying

MSc in Civil Engineering

Estos estudios están integrados en alguna medida, de forma más o menos central o tangencial en los objetivos que persigue el presente máster, que de esta forma es menos especializado.

De todas formas la diferenciación es sólo aparente, pues existen muchos módulos comunes, por ejemplo, el módulo de Mapping Sciences se imparte en 5 de los másteres.

Enlace de referencia: <http://www.cege.ucl.ac.uk/teaching/postgraduate>

Denominación del Título	Master in Geomatics and Planning
Universidad	Department of Civil, Environmental and Geomatic Engineering
Ciudad y País	Zürich, Suiza
Perfiles profesionales vinculados al título:	No: es necesario por ejemplo obtener una acreditación de <u>Patent für Ingenieur-Geometer</u> en el Departamento Federal de Justicia y Administración

Duración (en años)	Año y medio, tras tres de graduado
¿Ha tenido la UPM convenio de intercambio, acuerdos de doble titulación,...? En caso afirmativo indique cuál	Sí : convenio de intercambio
<p>Breve descripción del Proyecto formativo en la universidad de referencia.</p> <p>Enlace de referencia: http://www.geomatik.ethz.ch/index_EN</p> <p>El esquema de formación se concibe como un año de formación (60 créditos) y un semestre adicional de trabajo fin de máster (30 créditos)</p> <p>Las materias coinciden en gran medida con las propuestas basadas en un sistema en el que el alumno forja su futuro, la tener que seleccionar en los 45 créditos fundamentales 3 entre las siguientes materias:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Ingeniería Geodésica y de Satélites - Navegación y Geodinámica - Fotogrametría y Teledetección - Ciencia de la Geoinformación y Cartografía - Desarrollo Territorial - Planeamiento ambiental <p>El sistema propuesto considera estos temas, pero ofrece al estudiante ya una selección de materias, orientado en torno a tres itinerarios, en vez de dejar una libertad total de configuración.</p>	

Denominación del Título	Msc in Geomatics
Universidad	University of Applied Sciences
Ciudad y País	Karlsruhe, Alemania
Perfiles profesionales vinculados al título:	No
Duración (en años)	2 años, de ellos un semestres de proyecto fin de máster, tras tres de graduado, tras 3 de graduado
¿Ha tenido la UPM convenio de intercambio, acuerdos de doble titulación,...? En caso afirmativo indique cuál	No

Breve descripción del Proyecto formativo en la universidad de referencia.

Enlace de referencia:

http://www.hs-karlsruhe.de/servlet/PB/menu/1040788_I1/index.html

El proyecto formativo consta de cuatro semestres, donde va creciendo el carácter de optatividad, ya que si en el primero los módulos son todos obligatorios, en el segundo la relación es de 3 obligatorios y 2 optativos, y en el cuarto la atención se focaliza en la relación del trabajo fin de carrera.

Se tratan temas de Topografía, Cartografía, Fotogrametría y Geodesia avanzada, pero no se consideran cuestiones específicas del tratamiento geomático de la ordenación y el desarrollo territorial.

Las afinidades son grandes con los estudios propuestos, hasta el punto que la Universidad Politécnica de Valencia ha firmado un acuerdo de doble titulación.

Denominación del Título	School of Spatial Planning
Universidad	Faculty of Built Environment Dublin Institute of Technology
Ciudad y País	Dublin, Irlanda
Perfiles profesionales vinculados al título:	No
Duración (en años)	2 años tras 4 de graduado
¿Ha tenido la UPM convenio de intercambio, acuerdos de doble titulación,...? En caso afirmativo indique cuál	No
Breve descripción del Proyecto formativo en la universidad de referencia.	
Enlace de referencia:	

<http://www.dit.ie/faculties/built/spatial-planning/>

Se plantean estudios muy similares a los del plan propuesto, haciendo hincapié en enseñanzas de políticas de gestión sostenible del territorio, a partir de los conocimientos previos que ya se posee en adquisición y tratamiento de datos espaciales.

En lo que respecta al programa de investigación y desarrollo que la Unión Europea ha marcado para los próximos años dentro de su VI Programa Marco se encuentran aplicaciones en distintos campos prioritarios para la investigación, especialmente en lo relacionado con las Tecnologías para la Sociedad de la Información (TSI), la Energía y el Medio Ambiente y Transporte y Espacio, el Desarrollo Sostenible y Cambio Global y los Ciudadanos y Gobernanza en una sociedad europea basada en el conocimiento. Todos estos objetivos prioritarios necesitan profesionales e investigadores en el campo

de la Adquisición y Gestión de la información Geográfica, o campo de la Geomática, para llevar a cabo con éxito tales objetivos. No en vano, los proyectos europeos descritos en el punto anterior como GMES, INSPIRE y GALILEO, directamente relacionado con la información geográfica, jugarán un papel esencial en múltiples ámbitos y a distintos niveles, desde las políticas de las distintas administraciones, hasta el desarrollo de nuevos productos y servicios basados en la información espacial, los sistemas de navegación y las nuevas tecnologías de la informática y las comunicaciones.

El programa de Máster propuesto se ha definido para dar respuesta a algunos de estos retos que se plantean a la sociedad actual, tanto en el ámbito nacional, como en el ámbito internacional, sin dejar de lado los aspectos locales que afectan a la organización, y necesidades en el entorno más inmediato, tanto desde el punto de vista de la formación como desde el punto de vista de la investigación. Es evidente que el nacimiento de nuevos retos, expectativas y oportunidades, requiere la adaptación de las enseñanzas y los conocimientos que se han venido aplicando, por lo que es necesario el planteamiento de procesos educativos que den respuesta a dicha realidad, y es precisamente este hecho el que motiva la organización docente e investigadora del programa propuesto, con los objetivos que se han definido y las diferentes líneas de investigación que pretenden potenciar las capacidades y competencias de los futuros egresados en aquellos aspectos en que realmente son de utilidad y en los que existe una demanda evidente.

Aunque no existen sistemas regulados de actividad profesional, la propia Asociación de Ingenieros en Geodesia y Cartografía recoge los siguientes campos de actividad profesional:

- 1) GEODESIA, MICROGEODESIA Y GEOFÍSICA: Proyecto, instrumentación, metodología, cálculo y compensación de redes geodésicas. Densificación de redes. Transformaciones de sistemas de referencia. Redes especiales para cartografía urbana, control de deformaciones y aplicaciones de precisión en la ingeniería civil. Levantamientos gravimétricos, prospecciones eléctricas y geomagnéticas
- 2) SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, INFORMÁTICA GRÁFICA, INFORMÁTICA APLICADA. SISTEMAS DE INFORMACIÓN APLICADOS: Lenguajes informáticos, hardware y software aplicados a la Ingeniería Geodésica y Cartográfica. Integración de datos y su gestión en bases de datos geográficas y alfanuméricas. Enlace con sistemas gráficos, procesos de moldeado cartográficos y simulación. Sistemas de distribución de redes, etc.
- 3) PRODUCCIÓN CARTOGRÁFICA AUTOMATIZADA, CARTOGRAFÍA ANALÍTICA: Tecnología aplicada a los procesos cartográficos. La producción cartográfica. Precisiones. Control de calidad. Rentabilidad. Cartografía temática. Proyecciones cartográficas. Anamorfosis cartográficas y su influencia en las distintas aplicaciones.
- 4) FOTOGRAMETRÍA ANALÍTICA Y DIGITAL. AÉREA, TERRESTRE, Y NO TOPOGRÁFICA: Sistemas fotogramétricos orientados a la Cartografía automática y digital. Aerotriangulación. Tratamiento digital de Imágenes. Ortofotos. Bases

cartográficas numéricas. Aplicaciones a la arquitectura, patrimonio histórico, industria, biología, hidrología, etc.

- 5) **TELEDETECCIÓN ESPACIAL:** Adquisición, tratamiento, análisis, almacenamiento y estudio sobre imágenes de satélites. Proyectos basados en Teledetección. Precisiones. Producción cartográfica a partir de imágenes espaciales. Teledetección por radar. Mosaicos.
- 6) **SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO (GPS):** Control y gestión de flotas, guiado de plataformas móviles y actualizaciones cartográficas mediante sistemas de posicionamiento global (GPS). Integración de datos de navegación en cartografía digital. Estudio de deformaciones. Control geodésico y topográfico. Aplicaciones a campos como geodinámica, geodesia física, tectónica de placas, etc.
- 7) **ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL:** Cartografía medioambiental. Biogeografía. Estudios medioambientales. Ordenación del territorio. Geografía general y aplicada. Previsión y cuantificación. Análisis territorial urbano. Planes territoriales. Planeamiento urbanístico, transporte, hidrológicos, saneamiento, medioambiental, etc.
- 8) **ANÁLISIS DE LA SIMBOLOGÍA Y LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA:** Estudio de la información a presentar o representar. Semiología. Características, propiedades, límites de los sistemas de representación gráfica. Generalización. Optimización en la representación de la información. Criterios y procesos para la transformación de la información numérica. Cartografía temática. Elaboración de Atlas.
- 9) **METROLOGÍA:** Calibración y métodos de medida. Instrumentación en metrología dimensional. Técnicas de precisión en aplicaciones industriales Incertidumbre, trazabilidad y planes de calibración. Modelado estadístico para instrumentación metrológica.
- 10) **HIDROLOGÍA:** Estudio y modelado de cauces fluviales. Simulaciones hidrológicas. Valoraciones mediante imágenes de satélites. Pérdidas. Cálculo de avenidas y aforos. Aplicaciones y desarrollos de Sistemas de información geográficas en hidrología.
- 11) **INGENIERÍA CIVIL:** Aspectos geomáticos de la Ingeniería Civil

2.3. Descripción de los procedimientos de consulta internos y externos utilizados para la elaboración del plan de estudios

La elaboración del plan de estudios se ha realizado mediante el asesoramiento de una comisión, la cual se ha formado con un representante de cada una de las diferentes áreas de las disciplinas que la integran. Esta comisión se ha reunido de forma conjunta para el diseño de las líneas generales del Máster y por bloques, en función de los contenidos de las diferentes unidades que se iban estructurando.

También se han recogido los contenidos de los diferentes informes elaborados por la subcomisión de asesoramiento externo, estos se ha redactado tras diferentes reuniones con los distintos centros de enseñanza oficial de estudios de Ingeniería Técnica Topográfica e Ingeniería en Geodesia y Cartografía, donde la temática del máster se iba planteando en paralelo a la del Grado y con empresas receptoras de los egresados de esta ingeniería y del Colegio Profesional de Ingenieros Técnicos en Topografía, así como de la Asociación de Ingenieros en Geodesia y Cartografía.

1. Libro Blanco (Titulo de Grado en Ingeniería Geomática y Topografía). http://www.aneca.es/media/150420/libroblanco_jun05_topografia.pdf donde además de estudios sobre el Grado, se recoge asimismo bastante información sobre el Máster.
2. Planes de estudio de otras universidades referentes de calidad e interés contrastado:
 - Referentes Españoles: La coordinación de los once centros oficiales que imparten estudios de Ingeniero Técnico en Topografía y los cinco que imparten estudios de Ingeniero en Geodesia y Cartografía, mediante la conferencia de Directores de Centro (apartado 2.1.).
 - Referentes europeos con acuerdos de colaboración (apartado 5.3.).
3. Informes de asociaciones y colegios profesionales. Obtenidos de las sesiones de trabajo con del entorno socio-económico y organismos de la administración del Estado (anexo II).

2.3.1. Procedimiento interno

La comisión para la elaboración del Plan de Estudios del título de Máster Universitario en Ingeniería Geodésica y Cartografía por la Universidad Politécnica de Madrid se ha generado como órgano delegado de la Junta de Escuela con tal misión.

Esta Comisión decidió el nombramiento de Presidente al Subdirector de Ordenación Académica y Secretario el Subdirector de Doctorado, Investigación y Postgrado. Como vocales profesores de cada uno de los bloques temáticos de la ETSI de Topografía Geodesia y Cartografía, así como representantes de la Delegación de Alumnos y como vocales natos el Director del Departamento de Ingeniería Topográfica y Cartografía y el Coordinador del Segundo Ciclo.

El trabajo se organizó en sesiones comunes y posteriormente en sesiones por cada una de las especialidades propuestas.

El desarrollo abierto y participativo, la necesidad de contar con la opinión directa de las personas más cualificadas han desembocado, sin embargo, en un trabajo en el que han participado en diferentes fases y con la intensidad necesaria en cada una de ellas, todos los profesores de la ETSI de Topografía, Geodesia y Cartografía, a los que se mantiene en conocimiento y a los que se les convoca reiteradamente de forma universal, sin reparar en si estuvieron o no en la composición inicial de la Comisión de Plan de

Estudios, para que puedan contribuir con su opinión en una crear un máster de la mejor calidad posible.

Al respecto se utilizó un repositorio de la Escuela donde han ido estando depositadas las sucesivas versiones de la memoria y de los documentos de trabajo, abiertos a la consulta y consideración de todos los miembros de la comunidad universitaria (Topserver/Paso/Permanente/Planes de estudio/ Máster).

2.3.2. Procedimiento externo

Como procedimientos externos cabe destacar por una parte las labores de la Conferencia de Directores, la creación de una Subcomisión Asesora de la Comisión encargada de la elaboración del Plan de Estudios y por otra parte las actuaciones emprendidas por la Universidad Politécnica al respecto.

2.3.2.1. Reuniones de las Conferencias de Directores

La subcomisión asesora tomó parte en las diferentes reuniones de la Conferencia de Directores de Escuelas de Ingeniería Técnica Topográfica y/o Ingeniería en Geodesia y Cartografía. En las reuniones se trataban temas de Grado y de Máster. En las iniciales sin embargo la atención se focalizaba en el Grado, en el que se logró un acuerdo muy notable (tres reuniones en Madrid, dos en Valencia, una en Mieres una en Vitoria). La última y decisiva en Madrid el 22 de septiembre de 2009 se centró exclusivamente en el tema del máster y contó con la asistencia del Director del Instituto Geográfico Nacional.

En estas reuniones quedó patente la situación relativa al máster en España:

- Escuelas que abogaban por un máster de ciclo corto de 60 créditos (Salamanca ya impartíendose, Cáceres y Jaén)
- Escuelas que proponían inicialmente un máster de 120 créditos y luego de 90 ECTS (Madrid y Valencia)
- Escuelas que de momento no se decidían a la impartición de un máster (el resto)

Se llegó a la intención de identificar un núcleo de 30 créditos ECTS que fuese reconocido en todas las titulaciones máster a nivel nacional

2.3.2.2. Subcomisión Asesora de Empresas y Administraciones

La Subcomisión Asesora de la Comisión encargada de la elaboración del Plan de Estudios aprovechó la circunstancia de la gestación simultánea del plan de estudios del Grado y del Máster, presidida por la Directora de la Escuela y los Subdirectores de Ordenación Académica y de Doctorado, Investigación y Postgrado, la cual organizó tres sesiones con diferentes miembros de relevancia en las diferentes técnicas que integran

la Geomática (Topografía, Geodesia, Fotogrametría, Teledetección, Cartografía, Sistemas de Información Geográfica,...) con la finalidad de asesorar en las directrices de las técnicas ESPECÍFICAS de la titulación.

Esta comisión diseñó unas reuniones de trabajo con diferentes técnicos y gestores relevantes de empresas del sector de la Geomática, y dado que el plan de estudios de Grado contempla dos itinerarios, no excluyentes, de intensificación y el de Máster tres especialidades, se programaron las jornadas de trabajo en dos subcomisiones; una vinculada a la obra civil y la otra a las técnicas de producción y difusión de la cartografía.

En la primera sesión fueron invitados, además de los profesores de la subcomisión asesora, representantes de:

- Colegios y Asociaciones Profesionales
- Ilustre Colegio de Ingenieros Técnicos en Topografía.
- Asociación de Ingenieros en Geodesia y Cartografía.
- Empresas Constructoras
 - TECSA Empresa Constructora S.A.
 - Aldesa Construcciones S.A.
 - VIAS Y CONSTRUCCIONES, S.A.
 - Dragados y Construcciones S.A.
 - Grupo Ferrovial.
 - COMSA.
 - Fomento de Construcciones y Contratas S.A.
 - SACYR S.A.U.
- Empresas de Servicios y asesoría Geomática a empresas constructoras.
 - Geotronics, S.L.
 - Atlas Forma, S.L.
 - ALCOR TOPÓGRAFOS S.L.
 - Cartogesa S.A.
 - ValverdeSIG S.L.

En la segunda sesión fueron invitados, además de los profesores de la subcomisión asesora, representantes de:

- Colegios y Asociaciones Profesionales
- Ilustre Colegio de Ingenieros Técnicos en Topografía.
- Asociación de Ingenieros en Geodesia y Cartografía. - Organismos públicos de producción y/o gestión de cartografía - Instituto Geográfico Nacional.
- Área de Cartografía Regional de la Consejería de Medio Ambiente de la CAM.
- Centro Geográfico del Ejército de Tierra.
- Centro Cartográfico y Fotogramétrico del Ejército del Aire.
- Departamento de Geodesia y Cartografía de la Escuela de Guerra del Ejército de Tierra.
- ESRI España Geosistemas, S.A. - Intergraph España - Stereocarto S.L.
- Altai, S.L.
- Tragsatec.
- Blom Sistemas Geoespaciales.

Con posterioridad a las dos sesiones se elaboró un informe dirigido a la Comisión encargada de elaborar el nuevo Plan de Estudios de Máster Universitario en Ingeniería Geodésica y Cartografía de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Técnicos en Topografía, Geodesia y Cartografía de la Universidad Politécnica de Madrid, que recogía las principales conclusiones y recomendaciones de la Comisión (Informe detallado en el anexo II)

En definitiva la relación de colectivos externos consultados se recoge en la siguiente tabla:

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA GEODÉSICA Y CARTOGRAFÍA POR LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID				
COLECTIVOS EXTERNOS CONSULTADOS				
	Consultado (SI / NO)	¿Se aporta "resultado"?	Tipo de documento que recoge el procedimiento y el resultado	Carácter de la participación realizada
Colegios/Asociaciones profesionales				
1. Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía	Sí	Sí	Informe	Puntual
2. Asociación de Ingenieros en Geodesia y Cartografía	Sí	Sí	Informe	Puntual
Organismos científicos o académicos ajenos a la UPM				
1. Conferencia de Directores de los centros oficiales que imparten estudios de ITT y/o ITSGC	Si	Sí	Informe	Sistemático
2. Escuela de Geodesia del Ejército de Tierra	Sí	No		Puntual
Comisiones que integraban a representantes del entorno socioeconómico				
1. Comisión de Empresas vinculadas a la Topografía aplicada a la Ingeniería	Si	SI	Informe	Puntual
2. Comisión de organismos públicos y privados de producción cartográfica.	Si	SI	Informe	Puntual
Organismos de la administración del Estado o autonómicos o internacionales				
1. Instituto Geográfico Nacional	Si	SI	Informe	Puntual
2. Centro Cartográfico del Ejército del Aire	Si	SI	Informe	Puntual
3. Tragsatec	Si	SI	Informe	Puntual
3. Centro Geográfico del Ejército	Si	SI	Informe	Puntual

Tabla 3 Colectivos externos utilizados. Fuente elaboración propia

2.3.2.3. Actuaciones emprendidas por la Universidad Politécnica de Madrid

La Universidad Politécnica de Madrid ha realizado una serie de actuaciones para la reforma de las titulaciones:

La puesta en marcha, a finales de 2007, de la Comisión Asesora del Rector para la reforma de titulaciones. Esta comisión elaboró en 2008 una propuesta del proceso de reforma a seguir en la UPM, así como una Guía de Referencia que debía ser cumplimentada en cada propuesta.

A puesta en marcha de Comisiones Sectoriales, incluida una específica en Ingeniería de la Construcción, encargada de elaborar la propuesta del mapa de titulaciones de la UPM en esta área. Este proceso concluyó en el mes de julio de 2008 con la aprobación en el Consejo de Gobierno de la UPM del Mapa de Titulaciones Oficiales para las que se solicitará la preceptiva autorización de implantación, así como de un conjunto de requisitos exigibles a las propuestas de títulos que elaboren los Centros que los tengan asignados. Como parte de este mapa se aprobó la titulación de Máster en Ingeniería Geodésica y Cartografía.