SOLICITUD DE VERIFICACIÓN DE PROGRAMA DE DOCTORADO

Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado

DENOMINACIÓN:
INGENIERÍA MECÁNICA

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Filename: INGENIERIA MECANICA 99-2011 - Memoria verificada final.doc

Date: 07/02/2014

1. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE DOCTORADO 2
1.1 CÓDIGOS ISCED: 2
1.2 CONTEXTO – JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA: 2
2. COMPETENCIAS 52
3. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES 54
3.1.- INFORMACIÓN PREVIA A LA MATRÍCULA EN LA UPM 54
3.2.- REQUISITOS DE ACCESO Y CRITERIOS DE ADMISIÓN 61
3.3.- ESTUDIANTES 64
3.4.- COMPLEMENTOS DE FORMACIÓN 65
4. ACTIVIDADES FORMATIVAS 71
5. ORGANIZACIÓN DEL PROGRAMA DE DOCTORADO 83
5.1 SUPERVISIÓN DE TESIS DOCTORALES 83
5.2 SEGUIMIENTO DEL DOCTORANDO 86
5.3 NORMATIVA DE LECTURA DE TESIS 89
6. RECURSOS HUMANOS 95
6.1. DETALLE DE LAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN ASOCIADAS AL PROGRAMA. 95
6.2. MECANISMOS DE CÓMPUTO DE LA LABOR DE TUTORIZACIÓN Y DIRECCIÓN DE TESIS. 135
7. RECURSOS MATERIALES Y APOYO DISPONIBLE PARA LOS DOCTORANDOS. 138
8. REVISIÓN Y MEJORA DE LOS RESULTADOS DEL PROGRAMA 156
8.1. SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD Y ESTIMACIÓN DE VALORES CUANTITATIVOS 156
8.2. PROCEDIMIENTO PARA EL SEGUIMIENTO DE DOCTORES EGRESADOS 161
8.3. DATOS RELATIVOS A LOS RESULTADOS DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS Y PREVISIÓN DE RESULTADOS DEL PROGRAMA 163
9. PERSONAS ASOCIADAS A LA SOLICITUD 165
9.1. RESPONSABLE DEL PROGRAMA DE DOCTORADO 165
9.2. REPRESENTANTE LEGAL 165
9.3. SOLICITANTE 165

1. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE DOCTORADO

1.1 CÓDIGOS ISCED:

Ingeniería y Profesiones Afines, Mecánica y Metalurgia

1.2 CONTEXTO – JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA:

La ingeniería mecánica es un campo muy amplio que implica el uso de los principios de la física para el análisis, diseño y fabricación de sistemas mecánicos. Tradicionalmente, ha sido la rama de la ingeniería que, mediante la aplicación de los principios físicos, ha permitido la creación de dispositivos útiles, como utensilios y máquinas. Los ingenieros mecánicos usan principios como el calor, las fuerzas y la conservación de la masa y la energía para analizar sistemas físicos estáticos y dinámicos, contribuyendo a diseñar objetos. La ingeniería mecánica es la rama de las máquinas, equipos e instalaciones, considerando siempre los aspectos ecológicos y económicos para el beneficio de la sociedad. Para cumplir con su labor, la ingeniería mecánica analiza las necesidades, formula y soluciona problemas técnicos mediante un trabajo interdisciplinar y se apoya en los desarrollos científicos, traduciéndolos en elementos, máquinas, equipos e instalaciones que presten un servicio adecuado, mediante el uso racional y eficiente de los recursos disponibles

La presente solicitud de verificación del Programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica por la Universidad Politécnica de Madrid es una **nueva propuesta** que engloba los siguientes programas de Doctorado regulados por el Real Decreto 1393/2007:

- Programa Oficial de Doctorado en Ingeniería Acústica.
- Programa Oficial de Doctorado en Ingeniería Mecánica.
- Programa Oficial de Doctorado en Ingeniería Sísmica: Dinámica de Suelos y Estructuras.
- Programa Oficial de Doctorado en Tecnología Láser.

Los anteriores programas fueron verificados de acuerdo al Real Decreto 1393/2007, recibiendo la verificación Positiva de la ANECA y del Consejo de Universidades del Ministerio de Educación y habiéndose aprobado su carácter oficial e inscripción en el RUCT por las siguientes resoluciones:

- **Programa Oficial de Doctorado en Tecnología Láser:** Resolución de 21 de enero de 2010, de la Secretaría General de Universidades, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros de 15 de enero de 2010, por el que se establece el carácter oficial de determinados títulos universitarios de Doctor y su inscripción en el Registro de Universidades, Centros y Títulos.
- **Programa Oficial de Doctorado en Ingeniería Acústica:** BOE 101, de 27 de abril de 2010. Resolución de 7 de abril de 2010, de la Secretaría General de Universidades, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 12 de marzo de 2010, por el que se establece el carácter oficial de determinados títulos universitarios de Doctor y su inscripción en el Registro de Universidades, Centros y Títulos.
- **Programa Oficial de Doctorado en Ingeniería Mecánica y Programa Oficial de Doctorado en Ingeniería Sísmica: Dinámica de Suelos y Estructuras**: BOE 155, de 26 de junio de 2010. Resolución de 10 de junio de 2010, de la Secretaría General de

Universidades, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros de 4 de junio de 2010, por el que se establece el carácter oficial de determinados títulos universitarios de Doctor y su inscripción en el Registro de Universidades, Centros y Títulos.

De los anteriores programas, dos de ellos (o sus programas predecesores) obtuvieron diferentes reconocimientos oficiales sobre la calidad de sus enseñanzas, en concreto:

El **Programa Oficial de Doctorado en Ingeniería Acústica** obtuvo la **Mención de Calidad (MCD2008-00140)** del Ministerio de Educación **para los cursos académicos 2008-2009 a 2011-2012** (Resolución de 20 de octubre de 2008, de la Secretaría de Estado de Universidades, por la que se concede la Mención de Calidad a los estudios de doctorado de las universidades españolas para el curso académico 2008-2009) y **la Mención hacia la Excelencia** (MEE2011-624) del Ministerio de Educación **para los cursos académicos 2011-2012 a 2013-2014** (Resolución de 6 de octubre de 2011, de la Secretaría General de Universidades, por la que se concede la Mención hacia la Excelencia a los programas de doctorado de las universidades españolas).

El Programa de Doctorado **Ingeniería Óptica y Aplicaciones Industriales del Láser**, regulado por el RD 778/1998, obtuvo la **Mención de Calidad (MCD2006-00235)** del Ministerio de Educación **para los cursos académicos 2006-2007 a 2010-2011** (RESOLUCIÓN de 20 de octubre de 2008, de la Secretaría de Estado de Universidades, por la que se concede la Mención de Calidad a los estudios de doctorado de las universidades españolas para el curso académico 2008-2009).

El Programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica estará adscrito a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). La ETSII ha sido acreditada por ABET (*Accreditation Board for Engineering and Technology*) para la impartición de la titulación de Ingeniero Industrial por la Universidad Politécnica de Madrid

Los **objetivos generales** del programa son los enumerados en el siguiente listado:

Obj. 1 Formar a un núcleo de personas que sepan abordar y solucionar problemas de carácter científico y tecnológico en el área de la Ingeniería Mecánica, mediante un trabajo de investigación independiente y original que amplíe las fronteras del conocimiento.

Obj. 2 Formar a investigadores que sepan diseminar los resultados de la investigación a través de publicaciones científicas del área con proceso de revisión y con índice de impacto reconocido.

Obj. 3 Ofrecer a la sociedad un conjunto de personas capaces de elaborar, evaluar y/o criticar nuevas propuestas de investigación científica y/o desarrollo tecnológico, en el área de la Ingeniería Mecánica.

Obj. 4 Formar investigadores que puedan optar a un trabajo que requiera el título de Doctor, como investigador posdoctoral, profesor universitario, investigador en institutos o empresas, y en otros empleos que requieran creatividad liderazgo y gestión en el ámbito tecnológico.

Obj. 5 Formar en la toma de conciencia de la actividad científica como profesión y de sus implicaciones éticas en la sociedad.

Los antecedentes directos más recientes del Programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica son:

Programas regulados por el Real Decreto 185/1985:

- Programa de Doctorado en Aplicaciones Industriales de los Láseres. Comenzó a impartirse en el curso 1990/91.

Programas regulados por el Real Decreto 778/1998:

- Programa de Doctorado en Ingeniería Óptica y Aplicaciones Industriales del Láser. *Programa con Mención de Calidad del Min. Educación (MCD2006-00235).*
- Programa de Doctorado en Ingeniería Acústica. *Programa con Mención de Calidad del Min. Educación (MCD2008-00140).*

Programas regulados por el Real Decreto 56/2005:

- Doctor en Programa Oficial de Posgrado en Ingeniería Mecánica.
- Doctor en Programa Oficial de Posgrado en Ingeniería Sísmica: Dinámica de Suelos y Estructuras.
- Doctor en Programa Oficial de Posgrado en Tecnología Láser.

Programas regulados por el Real Decreto 1367/2007:

- Programa Oficial de Doctorado en Ingeniería Acústica. *Programa con Mención hacia la Excelencia del Min. Educación (MEE2011-624).*
- Programa Oficial de Doctorado en Ingeniería Mecánica.
- Programa Oficial de Doctorado en Ingeniería Sísmica: Dinámica de Suelos y Estructuras.
- Programa Oficial de Doctorado en Tecnología Láser.

Los Institutos Universitarios de Investigación, Centros de I+D+I, y Grupos de Investigación participantes en el Programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica propuesto son los enumerados a continuación:

- **Centro de Acústica Aplicada y Evaluación No Destructiva (CAEND),** Centro Mixto UPM-CSIC, a través del **Grupo de Investigación en Instrumentación y Acústica Aplicada (i2a2).**
- **Centro de Investigación en Tecnologías Ferroviarias (CITEF)** a través del **Grupo de Investigación en Tecnologías Ferroviarias y Simulación Avanzada.**
- **Centro Laser** a través del **Grupo de Investigación en Ingeniería y Aplicaciones del Láser.**
- **Grupo de Investigación en Ingeniería de Fabricación.**
- **Grupo de Investigación en Ingeniería de Máquinas (GI-IM).**
- **Grupo de Investigación en Ingeniería Sísmica: Dinámica de Suelos y Estructuras.**
- **Instituto de Investigación del Automóvil (INSIA**) a través del **Grupo de Investigación en Seguridad e Impacto Medioambiental de Vehículos y Transportes (GIVET).**

A lo largo de la presente memoria se enfatizarán una serie de características:

- **Sostenibilidad del programa propuesto**. Aunque se podría realizar un análisis retrospectivo más detallado, los programas precedentes más recientes con relación directa con la propuesta cuentan con más de 22 años de historia. Se trata de programas de doctorado impartidos con anterioridad al curso 1990-1991 en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UPM. Dichos programas han sido impartidos sin interrupción desde su implantación hasta la actualidad. En el periodo 2008-12 se han defendido 49 tesis doctorales en los programas antecesores.

  En este sentido, el programa tiene prevista una oferta de 25 plazas anuales siendo un máximo del 50% las destinadas a aquellos alumnos que tengan previsto realizar sus estudios en la modalidad a tiempo parcial. La adquisición de las competencias y la organización de las actividades formativas, para los doctorandos tanto a tiempo completo, como a tiempo parcial, se detallan en los apartados 2 y 4 de la memoria (Competencias y Actividades Formativas, respectivamente).
- **Apertura**. El programa está abierto a que cualquier estudiante con inquietudes en el área de Ingeniería Mecánica pueda realizar su Tesis Doctoral en él, dirigido por un Doctor (avalista, profesor o doctor externo al Programa) que satisfaga los criterios generales del Modelo de Doctorado de la UPM y los criterios específicos del Programa relativos a su acreditada experiencia investigadora, lo cual se describirá en el Capítulo 5 de la presente memoria.
  - El 76 % de doctorandos activos en el Programa acceden al programa con estudios previos en otras universidades distintas a la Universidad Politécnica de Madrid. *
  - Un 56 % de los doctorandos activos en los programas precedentes son extranjeros.*

  * Datos extrapolados en base a los Programas de Doctorado en Ingeniería Acústica e Ingeniería Mecánica.

- **Financiación**. Los avalistas y profesores del Programa participan en proyectos de I+D+i financiados por el Plan Nacional, por el Programa Marco de la Comunidad Europea y por entidades privadas. Los proyectos permiten: financiar a los estudiantes que realizan sus tesis en el contexto del proyecto, que los estudiantes realicen estancias en el extranjero, que interactúen con investigadores de otras instituciones y que se realicen tesis en colaboración con empresas. A modo de ejemplo, en los siguientes puntos se aporta información relativa a los recursos económicos captados por los grupos de investigación participantes en el programa.
  - La financiación externa obtenida por el personal académico del Programa, perteneciente al **Centro de Acústica Aplicada y Evaluación No Destructiva (CAEND)**, a través del **Grupo de Investigación en Instrumentación y Acústica Aplicada (i2a2)**, desde el año 2008 hasta la fecha, superó los 7.400.000 €.

  - La financiación externa obtenida por el personal académico del Programa, perteneciente al **Centro de Investigación en Tecnologías Ferroviarias (CITEF)** a través del **Grupo de Investigación en Tecnologías ferroviarias y simulación avanzada**, en los años 2010 y 2011, supera los 14.545.700 € desagregados como aparece en la siguiente tabla:

Ingresos del CITEF					
	Convocatorias públicas competitivas nacionales (I+D)	Convocatorias públicas competitivas internacionales (I+D)	Financiación privada (I+D)	Formación de Postgrado y otros ingresos de financiación privada	TOTAL
2008	24.500 €	171.200 €	2.658.500 €	15.200 €	2.869.400 €
2009	36.300 €	209.900 €	2.792.300 €	12.300 €	3.050.800 €
2010	52.000 €	157.000 €	2.940.000 €	24.000 €	3.173.000 €
2011	52.000 €	68.000 €	2.764.000 €	82.000 €	2.996.000 €
2012 (est)	21.000 €	33.900 €	2.420.800 €	11.000 €	2.486.700 €

- La financiación externa obtenida por el personal académico del Programa, perteneciente al **Centro Laser** a través del **Grupo de Investigación en Ingeniería y Aplicaciones del Láser**, desde el año 2008 hasta la fecha, superó los 4.500.000 € desagregados como aparece en la siguiente tabla:

Ingresos del Centro Laser				
Año	Convocatorias Públicas Competitivas	Convocatorias Públicas No Competitivas	Financiación Privada	TOTAL
2008	1.122.591,00 €	37.500,00 €		1.162.099,00 €
2009	903.194,00 €	162.000,00 €		1.067.203,00 €
2010	470.428,00 €	89.035,00 €	34.000,00 €	595.473,00 €
2011	725.800,00 €	19.109,00 €	143.000,00 €	889.920,00 €
2012 (Estimado)	450.000,00 €	150.000,00 €	250.000,00 €	852.012,00 €

- La financiación externa obtenida por el equipo de investigación que desarrolla la **línea de Dinámica Computacional e Ingeniería Sísmica**, desde el año 2008 supera los 8.000.000 € de los cuales un 35% aproximadamente corresponde a financiación pública obtenida en convocatorias competitivas y el 65% a contratos y proyectos privados.

- La financiación externa obtenida por el personal académico del Programa, perteneciente al **Grupo de Investigación en Ingeniería de Máquinas (GI-IM)**, desde el año 2008, ascendió a 1.571.395 €.

Ingresos del GI Ingeniería de Máquinas				
Año	Convocatorias Públicas Competitivas (I+D)	Financiación privada (I+D)	Formación de Postgrado y otros ingresos	TOTAL
2008	411.768,00 €	6.450,00 €	15.500,00 €	433.718,00 €
2009	349.428,00 €	44.450,00 €	15.500,00 €	409.378,00 €
2010	402.900,00 €	45.879,00 €	17.200,00 €	465.979,00 €
2011	36.860,00 €	75.000,00 €	17.200,00 €	129.060,00 €
2012 (Estimado)	68.360,00 €	49.400,00 €	15.500,00 €	133.260,00 €

- La financiación externa obtenida por el personal académico del Programa, perteneciente al **Grupo de Investigación en Ingeniería Sísmica: Dinámica de Suelos y Estructuras**, desde el año 2008, exclusivamente por proyectos y contratos de investigación fue de 1.796.680 €.

- La financiación externa obtenida por el personal académico del Programa, perteneciente al **Instituto de Investigación del Automóvil (INSIA)** a través del **Grupo de Investigación en Seguridad e Impacto Medioambiental de Vehículos y Transportes (GIVET)**, desde el año 2008, supera los 14.000.000 € desagregados como aparece en la siguiente tabla:

Ingresos del GIVET - INSIA					
	Convocatorias públicas competitivas (I+D)	Financiación pública no competitivas (I+D)	Financiación privada (I+D)	Formación de Postgrado y otros ingresos de financiación privada	TOTAL
2008	828.203,57 €	443.106,34 €	370.164,65 €	1.508.953,17 €	3.150.427,73 €
2009	963.407,38 €	126.817,95 €	138.688,22 €	1.294.255,24 €	2.523.168,79 €
2010	1.349.832,05 €	93.632,95 €	141.678,47 €	1.693.878,40 €	3.279.021,87 €
2011	854.270,80 €	101.005,50 €	146.881,52 €	1.568.123,33 €	2.670.281,15 €
2012*	678.172,28 €	180.088,15 €	129.895,02 €	1.343.264,92 €	2.331.420,37 €
* Datos provisionales.					

- **Movilidad**. El programa continuará fomentando las estancias de los estudiantes en Instituciones extranjeras, mejorando la política de movilidad realizada en los programas precedentes. En los programas antecesores, en el periodo 2008-2012, se han defendido un total de 8 tesis con Mención Europea o Internacional por haber realizado estancias en centros de investigación extranjeros.
  - En el periodo 2008-2012 el número de estancias en universidades e instituciones extranjeras realizadas por doctorandos ha sido de 26, lo que supone una media de 5,2 estancias por curso académico. La duración total de las 26 estancias es de 123,5 meses, mientras que la duración media es de 4,75 meses.
  - Los programas precedentes has disfrutado de ayudas para la movilidad de profesores y estudiantes. Se incluyen las ayudas concedidas tanto a Programas de Doctorado, como a másteres Universitarios:
    - **DCT2008-00314-P**. Ayudas para favorecer la movilidad de profesores en doctorados con mención de calidad. Curso 2008-2009: 11.670,20 €.
    - **MHE2011-00028**. Subvenciones a la movilidad de profesores en programas de doctorado con mención hacia la excelencia. Curso 2011-2012: 14.400,00 €.
    - **MHE2011-00028**. Subvenciones a la movilidad de estudiantes en programas de doctorado con mención hacia la excelencia. Curso 2011-2012: 11.700,00 €.
    - **MAS2009-00052-P**. Subvenciones para las estancias de movilidad de profesores visitantes en másteres oficiales para el curso académico 2009/2010. Máster Universitario en Ingeniería Acústica en la Industria y el Transporte 20.307,01 €.
    - **MAS2009-00265-P**. Subvenciones para las estancias de movilidad de profesores visitantes en másteres oficiales para el curso académico 2009/2010. Máster Universitario en Tecnología Laser. 2.445,95 €.
    - **MAS2010-00817-P**. Subvenciones para las estancias de movilidad de profesores visitantes en másteres oficiales para el curso académico 2010/2011. Máster Universitario en Ingeniería Acústica en la Industria y el Transporte. 11.834,61 €.
    - **MAS2010-00827-P**. Subvenciones para las estancias de movilidad de profesores visitantes en másteres oficiales para el curso académico 2010/2011. Máster Universitario en Tecnología Laser. 4.845,95 €.

- **Internacionalización**. Los avalistas y profesores del programa tienen una red de contactos en el extranjero muy amplia, fruto de la calidad y cantidad de sus trabajos científicos y de las colaboraciones que se realizan con otros centros de investigación.
  - Como resultado, tanto de las ayudas de movilidad concedidas y de los recursos económicos disponibles para realizar acciones de internacionalización, se ha disfrutado de la estancia de 28 profesores durante un total de 33 semanas para la impartición de diferentes seminarios en el periodo 2008-12.
  - Los avalistas y profesores colaboran con numerosas instituciones extranjeras tal cual se muestra en la sección 4.2. Este escenario permite que con frecuencia los estudiantes entren en contacto con profesores e investigadores de otras instituciones extranjeras.

- **Calidad de las Tesis.** Se considera un indicio de calidad para una publicación derivada de la tesis el estar incluida en el *ISI Web of Knowledge*.
  - De las 49 tesis defendidas entre el curso desde 2008, se han originado 104 publicaciones contenidas en el ISI WOK, lo que implica que en promedio se obtienen 2,1 publicaciones por tesis con indicio de calidad. Asimismo se han protegido 14 patentes.

- **Inserción laboral de los egresados.** Normalmente, los egresados de los programas precedentes, bien han terminado ocupando plazas en los grupos de investigación en los que desarrollaron su investigación, bien provenían de otras universidades donde ya desarrollaban labores docentes y la obtención del título de doctor les ha servido para consolidar su situación laboral. Existe otro perfil que es el de alumnos que provenían tanto de la empresa, como de las instituciones públicas y la obtención del título de doctor ha servido para promocionar / consolidar su situación laboral. Existe una tasa de inserción laboral del 100% (datos 2008-2012).
  - Actualmente los alumnos egresados de los programas precedentes desarrollan su labor profesional como se indica a continuación:

    Un 65 % en Universidades, un 15 % en Empresas de I+D+i (internacionales o nacionales con proyección internacional) y un 20 % en otros ámbitos profesionales (de las Administraciones Públicas o de ámbito privado nacional e internacional).

    - **Profesores en universidades**: UPM, Sevilla, Politécnica de Valencia, Oviedo, Castilla-La Mancha, UC3M, Uned, Zaragoza, Institut Supérieur de l'Automobile et des Transports, CSIC, Universidad EAFIT, Universidad de La Laguna, Instituto Profesional Duoc UC, Pontificia Universidad Católica de Perú, Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Fuzhou, Universidad de Alcalá, Universidad de Málaga, etc.
    - **Instituciones y empresas Públicas**: CDTI - Ministerio de Economía y Competitividad, DGT, Metro de Madrid, Ministerio de Fomento, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, entre otras.

- **Empresas**: Siemens AG. Energy Sector, TÜV SÜD Rail GmbH, ACCIONA; IDOM; Carlos Fernández Casado, Oficina Técnica, Eurocopter, Otobre & Otobre, IECMM Madrid, Amberg and TTI Enginering Pte. Ltd. Singapore , entre otras.

- **Integración del programa en la estrategia de I+D+i de la Universidad.**

El programa de doctorado aquí propuesto agrupa a un conjunto de investigadores procedentes de diferentes facultades, escuelas, departamentos, grupos y centros de investigación de la Universidad Politécnica de Madrid y del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Su actividad abarca muchas áreas dentro del ámbito de la Ingeniería Mecánica, en sentido muy amplio, ámbitos que van desde los necesarios fundamentos a la aplicación directa a casos reales. Nuestra propuesta se constituye, por tanto, en lugar de encuentro de un conjunto amplio de investigadores de ambas instituciones con intereses comunes en las líneas desarrolladas por el programa de doctorado y que poseen un gran potencial formativo e investigador.

Particularmente, en este sentido hay que destacar su imbricación en el Campus de Excelencia Internacional Moncloa. Las Universidades Complutense y Politécnica de Madrid son las promotoras del Campus de Excelencia Internacional (CEI) Moncloa, http://www.campusmoncloa.es que incluye también a otros organismos presentes en el campus, como el CIEMAT, el CSIC (con una participación muy relevante en la presente propuesta) y el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). El espíritu que sustenta el CEI Moncloa, basado en la idea de compartir campus y recursos físicos y humanos, contempla en particular dos ejes (investigación y docencia) en los que se enmarca perfectamente la presente propuesta; en este sentido, nuestro programa de doctorado habrá de contribuir significativamente a la consecución de los objetivos estratégicos de ser un centro de referencia en conocimiento y tecnología, de dar un salto cualitativo en la transferencia universidad-empresa-sociedad, y de generar una identidad propia reconocida como excelente a nivel nacional e internacional. También habrá de ser un elemento catalizador de la futura Escuela Internacional de Doctorado del Campus Moncloa.

Además, se detallan a continuación algunas de las colaboraciones previstas dentro de la UPM más relevantes:

Centros de I+D+i o institutos de investigación UPM

Ejemplos:

Transyt

INSIA

Centro de Demótica Integral (CEDINT)

Centro de Tecnología Biomédica (CTB)

Centro de Electrónica Industrial (CEI)

Centro de Materiales y Dispositivos Avanzados para las TIC

Centro de Automática y Robótica (CAR; UPM-CSIC)

Instituto de Energía Solar (IES)

Instituto de Sistemas Optoelectrónicos y Microtecnología (ISOM).

Centro de investigación en tecnologías ferroviarias (CITEF).

1.2.1.- PROGRAMAS DE POSTGRADO EN UNIVERSIDADES DE CALIDAD RELACIONADOS CON EL PROGRAMA DE DOCTORADO.

En el siguiente listado se muestran distintos referentes internacionales, externos a la Universidad Politécnica de Madrid, que han sido consultados y analizados a la hora de diseñar el Título que se propone. Con ello se expone la adecuación de la propuesta a criterios internacionales para títulos de similares características académicas.

Unión Europea:

Ecole Centrale Paris (FR-ECP).
http://www.ecp.fr/op/c1c0bms/lang/en/home/Research/Doctoral_Studies/Doctorate

Technische Universität München (DE-TUM).
http://www.mw.tum.de/index.php?contentpath=n386/n583&lang=en

Politecnico di Milano (IT-PoliMi).
PhD Programme in Mechanical Engineering
http://www.ricerca.polimi.it/uploads/media/14_Mechanical_Engineering.pdf

The PhD Programme in Mechanical Engineering is organized and carried out within the Department of Mechanical Engineering of Politecnico di Milano. ***It covers a number of different disciplines****, with a focus on innovation and experimental activities in six major research areas:* ***Dynamics and vibration of mechanical systems and vehicles, Machine and vehicle design, Manufacturing and production systems***

Como se puede observar, dentro de la amplia denominación de ingeniería mecánica se ofertan líneas cómo Dinámica y vibración de sistemas mecánicos y vehículos, Diseño de máquinas y vehículos, sistemas de fabricación y producción.

Politecnico di Torino (IT-PoliTo).
http://dottorato.polito.it/index_en.html

Doctoral School of Mechanical Engineering. Graz University of Technology.
http://portal.tugraz.at/portal/page/portal/TU_Graz/Studium_Lehre/Studien/Doktoratsstudien/Maschinenbau_DS

PhD programme. Mechanical Engineering. Technical University of Denmark.
http://www.mek.dtu.dk/English/Research/PhD.aspx

Mechanical Engineering PhD. The University of Manchester.
http://www.manchester.ac.uk/postgraduate/researchdegrees/researchdegrees/atoz/course/?code=03061

MPhil/PhD - Mechanical Engineering. University of Bath.

http://www.bath.ac.uk/engineering/graduate-school/pg-research/mechphd/index.html

Estados Unidos de América:

o AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS (ASME).
https://www.asme.org/

Entre las áreas de trabajo de esta organización se encuentran las siguientes:

- Applied Mechanics
- Automotive & Automotive desing.
- Bioengineering
- Construction & Building
- Manufacturing & Processing.
- Mechanisms, Systems & Devices
- Modeling & Computational Methods
- Transportation

Dentro de estos temas se identifican todas las líneas de investigación propuestas en el programa. En USA existen 242 universidades que ofertan programas de Doctorado en Ingeniería Mecánica en sus diferentes denominaciones. Dicho listado se puede consultar en el siguiente vínculo:

http://graduate-school.phds.org/find/programs/mechanical-engineering

Ph.D. in Mechanical Engineering. The University of Texas at San Antonio.
http://engineering.utsa.edu/graduate/phd-mechanical-engineering.php

PhD program in Mechanical Engineering (Boston University).
http://www.bu.edu/academics/eng/programs/mechanical-engineering/phd/

The PhD program in Mechanical Engineering provides both post-bachelor's and post-master's applicants the opportunity for study in a broad range of areas, many of which overlap with other disciplines within the College and the University. ME faculty members boast international reputations and provide students with opportunities for research in:

- Acoustics and Vibrations
- Biomechanics
- Computational Science and Engineering
- Dynamics, Robotics, Systems and Controls
- Thermofluid Sciences, Energy and Sustainability
- Materials
- MEMS and Nanotechnology

Como se puede observar, dentro de la amplia denominación de ingeniería mecánica se ofertan líneas cómo Acústica y Vibraciones, Biomecánica, Materiales, etc.

Doctor of Philosophy in Mechanical Engineering (PhD). The University of British Columbia.
https://www.grad.ubc.ca/prospective-students/graduate-degree-programs/phd-mechanical-engineering

Doctor of Philosophy (Ph.D.) degree in Mechanical Engineering. Florida International University.
http://www.cec.fiu.edu/academics/doctoral/phd-mechanical-engineering/

Doctor of Philosophy in Mechanical Engineering. University of Michigan.
http://me.engin.umich.edu/academics/overview/phd

Doctor of Philosophy in Mechanical Engineering. Polytechnic Institute of New York University.
http://www.poly.edu/academics/programs/mechanical-engineering-phd

Como se puede observar, dentro de la amplia denominación de ingeniería mecánica se ofertan líneas cómo Acústica y Vibraciones, Biomecánica, Materiales, etc.

En las 16 referencias de universidades internacionales aportadas que imparten programas bajo la denominación de "Ingeniería Mecánica" se ofertan líneas de investigación muy diversas. Al menos una de las 5 líneas de investigación ofertadas en esta Propuesta de Programa de doctorado están incluidas en todas ellas, siendo las más frecuentas las áreas de Máquinas y Fabricación, seguidas de Transporte, Estructuras, Acústica / Vibraciones y Láser, donde en universidades tan destacadas como Priceton o Purdue las técnicas láser están incluidas dentro de la Ingeniería Mecánica:

http://www.princeton.edu/mae/research/lasers/

https://engineering.purdue.edu/ME/Research/Centers/index.html

La **Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales** de la **Universidad Politécnica de Madrid** forma parte de la **Red TIME** (*Top Industrial Managers Europe*) formada por los siguientes miembros:

Andorra
T.I.M.E. Association International Doctorate Charter (AD-TIDE)

Austria
Technische Universität Wien (AT-TUW)

Belgium

Faculté Polytechnique de Mons (BE-FPMS)
Université Catholique de Louvain (BE-UCL)
Université Libre de Bruxelles (BE-ULB)
Université de Liège (BE-ULG)
Vrije Universiteit Brussel (BE-VUB)

Brazil
Universidade de Sao Paulo (BR-USP)

China
Xi'an Jiaotong University (CN-XJTU)

Czech Republic
Ceské Vysoké Uceni Technické v Praze (CZ-CVUT)

Denmark
Danmarks Tekniske Universitet (DK-DTU)

Finland
Aalto University - School of Science and Technology (FI-AALTO)

France
Ecole Centrale Marseille (FR-ECM)
Ecole Centrale Paris (FR-ECP)
Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (FR-ENPC)
École Centrale de Lille (FR-ECLi)
École Centrale de Lyon (FR-ECLy)
École Centrale de Nantes (FR-ECN)
École Nationale Supérieure de Techniques Avancées (FR-ENSTA)
École Nationale Supérieure de l'Aéronautique et de l'Espace (FR-Supaero)
École Supérieure d'Électricité (FR-Supelec)

Germany
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (DE-RWTH)
Technische Universität Berlin (DE-TUB)
Technische Universität Darmstadt (DE-TUDa)
Technische Universität Dresden (DE-TUDr)
Technische Universität München (DE-TUM)
Universität Erlangen-Nürnberg (DE-UEN)
Universität Stuttgart (DE-UST)

Greece
Aristotle University of Thessaloniki (GR-AUTH)
Ethniko Metsovio Polytechnio Athina (GR-NTUA)

Hungary
Budapest University of Technology and Economics (HU-BUTE)

Italy
Politecnico di Milano (IT-PoliMi)
Politecnico di Torino (IT-PoliTo)
Università degli Studi di Padova (IT-UniPd)
Università degli Studi di Trento (IT-UniTn)

Japan
Keio University (JP-KEIO)
Tohoku University (JP-TOHOKU)

Norway
Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet (NO-NTNU)

Poland
AGH University of Science and Technology (PL-AGH)
Wroclaw University of Technology (PL-PWR)

Portugal
Instituto Superior Técnico (PT-IST)

Russian Federation
Bauman Moscow State Technical University (RU-BMSTU)
Moscow State Technical University of Radio Engineering (RU-MIREA)
Saint Petersburg State Polytechnical University (RU-SPBSPU)
Tomsk Polytechnic University (RU-TPU)

Spain
ETSI Sevilla (ES-ESI)
Universidad Politécnica de Madrid (ES-UPM)
Universidad Pontificia Comillas (ES-UPCo)
Universitat Politècnica de València (ES-UPV)
Universitat Politécnica de Catalunya (ES-UPC)

Sweden
Kungl. Tekniska Högskolan (SE-KTH)
Lunds Tekniska Högskola (SE-LTH)

Switzerland
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (CH-ETHZ)
École Polytechnique Fédérale de Lausanne (CH-EPFL)

Turkey

Istanbul Teknik Üniversitesi (TR-ITU)

La red TIME ha constituido el ***TIME Doctorate Charter*** para promover los doctorandos internacionales entre los miembros de su red.

En lo relativo a la especificidad de cada una de las líneas de investigación propuestas, se presenta una breve reseña de alguno de los programas consulfmanches
tados a nivel internacional:

INGENIERÍA ACUSTICA

- **European Doctorate in Sound and Vibration Studies,** coordinado por Institute of Sound and Vibration Research, de la Universidad de Southampton y participado por: L´ONERA, Office National d´Etudes et de Recherches Aérospatiales; Centre de Toulouse; Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, L`INSA de Lyon; Dipartamento di Metodi e Modelli Matematici per le Scienze Applicate de la Università degli Studi di Padova; Facoltà di Ingegneria de L´Università de Ferrara; Department of Mechanical Engineering Katholieke Universiteit Leuven; The University of Dublin, Trinity College; Acoustic Technology Technical University of Denmark – DTU.

http://cordis.europa.eu/search/index.cfm?fuseaction=proj.document&PJ_RCN=7478262
http://www.euraxess.hr/uploads/articles/eurax927_gardonio_edsvs_short.pdf

Es muy común a nivel internacional que los estudios de nivel de doctorado en ingeniería acústica se engloben dentro del área de la ingeniería mecánica.

INGENIERÍA DE FABRICACIÓN

- **Tsinghua University (China).** Doctor of Engineering - Machine Manufacturing.
- **Indian Institute of Technology (India).** Design of Mechanical Equipment.
- **Chonnam National University(Korea).** Manufacturing Technology.
- **University of Nottingham (UK).** Research Manufacturing Systems.
- **Iowa State University (USA).** Industrial and Manufacturing Systems Engineering.
- **Columbia University (USA).** Manufacturing Engineering Mechanical Engineering Thermo-Fluid Engineering.

DINÁMICA COMPUTACIONAL E INGENIERÍA SÍSMICA

- **Programa de postgrado "Earthquake Engineering".** Es uno de los más prestigiosos fuera de Europa, y está impartido por el College of Engineering de la Universidad de California, Berkeley.
- **Master of Science and PhD in Mechanical Engineering.** Varias universidades ofrecen programas de postgrado en ingeniería mecánica con énfasis en Mecánica

Computacional, como el programa de la Universidad de Stanford (EE.UU.), la Universidad Técnica de Munich, la Universidad de Swansea (Reino Unido).

- **Master In Earthquake Engineering and Engineering Seismology.** Impartido por un consorcio constituido por las siguientes instituciones: Institute for Advanced Study/University of Pavia – ROSE School (Italy), University of Grenoble Joseph Fourier (France), University of Patras (Greece), Imperial College London (UK) y Joint Research Centre, European Commission, Ispra (Italy).
- **Master's degree in Mechanical Engineering. California Institute of Technology.** Impartido por el Instituto Tecnológico de California. El programa combina cursos de especialización con experiencias de laboratorio y de proyecto.
- **Master of Engineering in Civil Engineering. The State University of New York at Buffalo.** Lo imparte la Universidad del Estado de Nueva York en Buffalo, y una de las áreas entre las que puede elegir el alumno es la de Ingeniería Sísmica.

INGENIERÍA Y APLICACIONES DEL LÁSER

- La **Universidad Técnica de Aachen** (Alemania) a través de su **RWTH Aachen**, que, a finales de los años 1980, estableció su Cátedra de Tecnología Láser (LLT) y que, desde entonces, ha ofrecido la formación específica en dicha tecnología que, entre otros beneficios, ha permitido a Alemania la adquisición de su actual liderazgo en el mundo de la fabricación con Láser de componentes y estructuras, fundamentalmente en los sectores aeronáutico y de automoción, sirviendo de modelo a otras Universidades técnicas europeas y estadounidenses con programas semejantes, como la Universidad Técnica de Viena (Austria), la Universidad de Luleå (Suecia), la Universidad de Lappeenranta (Finlandia), la Universidad de Florida (E.U.A.) y otras.

- Junto a estas referencias indiscutibles, y sin constituir exactamente una iniciativa coincidente (debido a su nivel de Master), el reciente desarrollo de iniciativas en el marco de Erasmus Mundus en torno a la Fotónica y la Tecnología Láser (ver, por ejemplo, www.master-photonics.org) proporciona una respuesta a la necesidad de una formación especializada en Tecnología Láser para muy diversos campos científicos y tecnológicos que merece la pena tener en cuenta. La Tecnología Láser es cada vez más omnipresente en el ámbito científico y de instrumentación y va suponiendo un valor añadido fundamental en los campos tecnológicos en los que se va incorporando, de manera que la formación propuesta a través de la presente Línea de Investigación se considera de la máxima coherencia y oportunidad en el marco de un Programa de Doctorado de Ingeniería Mecánica.

INGENIERÍA DE VEHÍCULOS Y TRANSPORTES

- **Institute for Transport Studies .**
  http://www.its.leeds.ac.uk/courses/phd/
- **Ph.D in Automotive Systems Engineering - University of Michigan.**
  http://www.engin.umd.umich.edu/IDP/phd_ase/index.php

- **Ph.D. Studies - DTU Transport.**
  http://www.transport.dtu.dk/English/Education/Ph,-d-,D,-d-,-Studies.aspx

INGENIERÍA DE MAQUINAS Y DESARROLLO DE PRODUCTOS

A nivel europeo destacan programas de doctorado en Ingeniería Mecánica que incluyen también líneas específicas de investigación en Ingeniería de Máquinas y Desarrollo de Productos, con un enfoque similar al planteado aquí, como:

- Centros de prestigio internacional como la **Fakultät für Maschinenwesen - TU München**, en sus centros de investigación FZG, MiMed o IMETUM, la Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften – **TU Wien**, en sus centros de investigación como el AMT-TU Wien o el ILSB-TU Wien o la Faculty of Engineering – **Cambridge University** en su división de Mechanics, Materials & Design, utilizan combinaciones de tecnologías y procedimientos similares a las que empleamos en el Laboratorio de Desarrollo de Productos de la UPM y en el Laboratorio de Máquinas y Mecanismos de la UPM, como apoyo a tareas de investigación y a la promoción de la calidad de las tesis doctorales de nuestros doctorandos.

Además de centros de referencia europeos, cabe citar otros programas internacionales en centros con los que se están realizando colaboraciones:

- El programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica del **Department of Mechanical Engineering and Mechanics de la University of Drexel** propone aplicaciones en áreas similares a las estudiadas en la presente línea y con tecnologías avanzadas de diseño y prototipado rápido similares a las disponibles para nuestros alumnos.

- El **Departamento de Ingeniería Mecánica** del **Tokyo Institute of Technology** (http://www.mech.titech.ac.jp/~top/index.html) centra sus actividades de investigación en campos afines a los que incluye las líneas de investigación desarrolladas por el Grupo de Investigación en Ingeniería de Máquinas (GI-IM), como la tribología, el diseño de máquinas o el empleo de nuevos materiales en el diseño de máquinas.

- El **Institute of Technical Physics** de la **Universidad de Tsinghua** también realiza actividades de investigación en áreas similares, como el diseño de máquinas rotativas o el almacenamiento mecánico de energía.
  http://www.tsinghua.edu.cn/publish/th/index.html

En el siguiente listado se muestran distintos **referentes nacionales**, externos a la Universidad Politécnica de Madrid, que han sido consultados y analizados a la hora de diseñar el Título que se propone. Con ello se expone la adecuación de la propuesta a criterios para títulos de similares características académicas a nivel nacional.

Programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica y de Organización Industrial. Universidad Carlos III de Madrid.
http://www.uc3m.es/portal/page/portal/postgrado_mast_doct/doctorados/d_ing_mec_organizacion_ind

Programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica. Universidad Nacional de Educación a Distancia.
https://serviweb.uned.es/doctorado/mostrarprograma.asp?cod=0803001

Programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica. Universidad del País Vasco.
http://www.ikasketak.ehu.es/p266-shprogct/es/contenidos/plan_programa_proyecto/doctorado_ingenieria_mecanica/es_oferta/programa.html

INGENIERÍA MECÁNICA, FLUIDOS Y AERONÁUTICA. Universitat Politècnica de Catalunya.
http://doctorat.upc.edu/programas/mecanica-fluidos-aeronautica

Ingeniería y Producción Industrial. Universidad Politécnica de Valencia.
http://www.upv.es/contenidos/PO/doc/11/indexnormalc.html

1.2.2.- DATOS Y ESTUDIOS ACERCA DE LA DEMANDA POTENCIAL DEL PROGRAMA DE DOCTORADO Y SU INTERÉS PARA LA SOCIEDAD

Se considera que una adecuada justificación del título podrá establecerse en base a los siguientes términos:

- **Interés académico**, determinado por la demanda de la titulación, la continuidad y experiencia en su impartición, así como las menciones de calidad del MEC obtenidas.
- **Interés científico** avalado por el nivel del profesorado, el interés de las líneas de investigación propuestas, atendiendo a la financiación y al impacto alcanzado, así como el nivel científico logrado por los egresados.
- **Interés profesional** lo determinará la financiación de las líneas de investigación mediante contratos con empresas, así como los datos de inserción laboral de los egresados.

Como se describirá en los siguientes apartados, todos estos aspectos evidencian el interés académico, científico y profesional del título, así como su relación con la situación I+D+i del sector. Esta última estaría representada por los agentes sociales y las Administraciones Públicas que han financiado los distintos proyectos mencionados, y que han demandado profesionales en el área de la investigación en Ingeniería Mecánica. Los datos que se aportan a continuación evidencian lo fructífero de la investigación propuesta tanto en la productividad científica como en su proyección.

- **Antecedentes del título propuesto.**

El programa de doctorado en Ingeniería Mecánica contará con las siguientes **líneas de investigación**:

- **Dinámica Computacional e Ingeniería Sísmica.**
- **Ingeniería Acústica e Ingeniería de Fabricación.**
- **Ingeniería de Vehículos y Transportes.**
- **Ingeniería y Aplicaciones del Láser.**
- **Ingeniería de Maquinas y Desarrollo de Productos.**

Por lo tanto, los antecedentes directos se basarán en los programas de Doctorado preexistentes en cada una de estas áreas:

Dinámica Computacional e Ingeniería Sísmica:

- Doctor en Programa Oficial de Posgrado en Ingeniería Sísmica: Dinámica de Suelos y Estructuras (RD 56/2005).
- Programa Oficial de Doctorado en Ingeniería Sísmica: Dinámica de Suelos y Estructuras (RD 1367/2007).

Ingeniería Acústica:

- Programa de Doctorado en Ingeniería Acústica (RD 778/1998). ***Programa con Mención de Calidad del Min. Educación (MCD2008-00140).***
- Programa Oficial de Doctorado en Ingeniería Acústica (RD 1367/2007). ***Programa con Mención hacia la Excelencia del Min. Educación (MEE2011-624).***

<u>Ingeniería de Vehículos y Transportes, Ingeniería de Maquinas y Desarrollo de Productos e Ingeniería de Fabricación:</u>

- Doctor en Programa Oficial de Posgrado en Ingeniería Mecánica (RD 56/2005).
- Programa Oficial de Doctorado en Ingeniería Mecánica (RD 1367/2007).

<u>Ingeniería y Aplicaciones del Láser:</u>

- Programa de Doctorado Aplicaciones Industriales de los Láseres (RD 185/1985).
- Programa de Doctorado Ingeniería Óptica y Aplicaciones Industriales del Láser (RD 778/1998). ***Programa con Mención de Calidad del Min. Educación (MCD2006-00235).***
- Doctor en Programa Oficial de Posgrado en Tecnología Láser (RD 56/2005).
- Programa Oficial de Doctorado en Tecnología Láser (RD 1367/2007).

Asociados a estos programas, se están impartiendo en la actualidad los siguientes Másteres Universitarios regulados por el RD 1393/2007. Cada uno de los másteres listados a continuación forma parte de **Periodo de Formación del Programa de Doctorado** correspondiente regulado por el RD 1393/2007:

- Máster Universitario en Ingeniería Sísmica: Dinámica de Suelos y Estructuras.
- Máster Universitario en Ingeniería Acústica en la Industria y el Transporte.
- Máster Universitario en Ingeniería Mecánica.
- Máster Universitario en Tecnología Láser.

La presente solicitud de verificación del **Programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica** por la Universidad Politécnica de Madrid es una es una adaptación de las titulaciones anteriormente mencionadas (programas de doctorado ya verificados por el Real Decreto 1393/2007) a lo dispuesto en el Real Decreto 99/2011.

- **Justificación del interés académico del título propuesto.**

En el Real Decreto 99/2011 se indica que el doctorado "*debe jugar un papel fundamental como intersección entre el EEES [Espacio Europeo de Educación Superior] y el EEI [Espacio Europeo de Investigación], ambos pilares fundamentales de la sociedad basada en el conocimiento*".

Asimismo se resalta "*la importancia de la investigación en el apoyo de la función docente universitaria, todo ello para mejorar el desarrollo económico y cultural de nuestras sociedades, así como de forma fundamental defender su papel como elemento de cohesión social*", indicando que "*el componente fundamental de la formación doctoral es el avance del conocimiento científico a través de la «investigación original»*" que estará caracterizada por ser una "*investigación científica de calidad*", quedando a partir de ello enlazadas "*la formación doctoral, la carrera investigadora y la transmisión del conocimiento a la sociedad*".

Es en este escenario en donde se ubica la propuesta del Programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica por la Universidad Politécnica de Madrid.

Tal y como se detallará en el desarrollo de la presente memoria, el objetivo general del Programa de Doctorado que se propone es proporcionar, a estudiantes de disciplinas relacionadas con la Ingeniería Mecánica y áreas afines, un mayor conocimiento en técnicas de

investigación, con el objetivo de que **sean capaces de abordar y solucionar nuevos problemas de carácter científico y tecnológico mediante la investigación en Ingeniería Mecánica.**

Este objetivo general puede completarse con una meta adicional e intrínseca al contenido y a de la finalidad de la titulación, que se basan en el **binomio innovar para investigar e investigar para innovar**. La primera meta sugiere líneas de investigación innovadoras, que sean capaces de combinar el carácter especializado de la formación con la creatividad que subyace a trayectorias originales, activas y productivas de investigación. La segunda se dirige hacia la capacidad de ser creativo a la hora de abordar y solucionar problemas mediante la investigación.

- **Evolución del alumnado:**

En las siguientes tablas muestra el número de alumnos activos cada año académico en el periodo de investigación de los diferentes programas predecesores del Programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica. Debido a que coexistían diferentes programas de doctorado en un mismo curso académico, la información se ha agrupado utilizando la denominación de los programas de doctorado verificados por el RD 1393/2007. La información incluye los alumnos activos cada año académico, tanto en los programas verificados por el RD 1393/2007, como por los RD 56/2005 y RD 778/1998.

Programa de Doctorado	**05-06**	**06-07**	**07-08**	**08-09**	**09-10**	**10-11**	**11-12**	**12-13**
Ingeniería Acústica	15	15	13	20	24	21	20	26
Ingeniería Mecánica	44	38	14	46	60	48	47	44
Ingeniería Sísmica: Dinámica de Suelos y Estructuras	9	9	2	4	5	3	9	18
Tecnología Láser	15	9	1	6	6	4	7	9

- **Justificación del interés científico propuesto.**

A continuación se realiza una descripción del interés científico de cada una de las líneas de investigación propuestas:

DINÁMICA COMPUTACIONAL E INGENIERÍA SÍSMICA

Predecir la respuesta dinámica de las estructuras ante acciones sísmicas y otras de ocurrencia más frecuente provocadas por el tráfico de carretera y ferrocarril, viento, oleaje, actividad humana, vibraciones inducidas por máquinas etc. y evaluar el daño mediante técnicas no destructivas, son aspectos de creciente interés en la ingeniería estructural y campo de trabajo de la Dinámica Computacional. El uso de materiales cada vez más resistentes conduce a estructuras más flexibles, en las que los problemas de vibraciones pueden ser determinantes. El avance en este campo requiere investigación en la definición y caracterización de las

acciones dinámicas, así como en el desarrollo de modelos, métodos de cálculo, métodos experimentales y herramientas numéricas robustas.

Dentro de las acciones dinámicas, requieren especial atención investigadora las de origen sísmico que aunque están asociadas a periodos de retorno largos pueden alcanzar niveles de carga muy elevados. Este tipo de acciones han producido más de 100 millones de muertos y cuantiosas pérdidas económicas en todo el mundo. España está situada en una región donde el riesgo sísmico es cierto. Así lo reconoce la normativa oficial y así lo han puesto de manifiesto terremotos pasados como el ocurrido recientemente en Lorca (2011). Es necesario investigar en el control, reducción y evaluación del daño en las construcciones sometidas a terremotos. Ello requiere avances en la caracterización de la acción sísmica, en los modelos para representar las estructuras, en los métodos de cálculo, en los métodos experimentales, y en nuevas tecnologías y estrategias de proyecto. Todo ello constituye el campo de investigación de la Ingeniería Sísmica.

La Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UPM tiene una trayectoria de investigación muy notable en ámbitos significativos de la línea de la Dinámica Computacional y la Ingeniería Sísmica, avalada entre otros por el centro de investigación CEMIM (Centro de Modelado en Ingeniería Mecánica) enfocado a la aplicación y desarrollo de métodos numéricos avanzados para el proyecto, análisis y control de obra en los sectores de la ingeniería civil, industrial, energético y aeroespacial. Se trata de un Instituto perteneciente a la Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial, creado por la Universidad Politécnica de Madrid a instancias de su Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y bajo los auspicios del Ministerio de Industria y Energía.

El equipo de investigación que desarrolla esta línea está formado por 12 investigadores (siete Catedráticos de Universidad, cuatro Profesores Titulares de Universidad y un Profesor Asociado), con una extensa trayectoria investigadora en la dinámica computacional y la ingeniería sísmica, en ámbitos como la reparación de estructuras con materiales compuestos o el desarrollo de metodologías de detección de daño estructural (sensores inteligentes). En los últimos cinco años, los profesores del grupo han trabajado en más 60 proyectos de investigación obtenidos en convocatorias públicas competitivas, y en un número similar de contratos con empresas privadas. Entre los proyectos y contratos se encuentran los siguientes:

- Proyecto Lessloss - RISK MITIGATION FOR EARTHQUAKES AND LANDSLIDES Sub-proyecto - Valoración probabilista de riesgos: métodos y aplicaciones- E040555567. Comunidad Europea.
- Estructuras inteligentes de hormigón reforzadas con FRP (BIA2007-67790-C02-02). Ministerio de Educación y Ciencia.
- Control y mitigación del daño en estructuras nuevas con forjados reticulares mediante disipadores de energía (BIA2011-26816). Ministerio de Ciencia e Innovación.
- Modelado computacional de la termo-elasto-viscoplasticidad en grades deformaciones (DPI2008-05423). Ministerio de Ciencia e Innovación.
- Métodos numéricos que preservan las leyes de la termodinámica: diseño, análisis y aplicaciones en mecánica de sólidos y fluídos. (DPI2012-36429). Ministerio de Economía y Competitividad.

Estos proyectos y contratos han abarcado las siguientes líneas de trabajo en el campo de la Dinámica Computacional y la Ingeniería Sísmica:

- Desarrollo de guías de diseño para el refuerzo a flexión y a cortante de estructuras con polímeros reforzados con fibras de material compuesto.
- Desarrollo de metodologías de identificación de daño estructural mediante técnicas avanzadas de procesamiento de señal: métodos inversos, algoritmos genéticos, redes neuronales, etc. Monitorización inteligente de estructuras: Fibra óptica, sensores piezoelétricos, redes de sensores, etc.
- Desarrollo de nuevos sistemas de control pasivo para estructuras sometidas a acciones sísmicas y metodologías de cálculo basadas en el balance de energía.
- Modelización del comportamiento no lineal bajo cargas cíclicas arbitrarias y cuantificación de la capacidad límite última de disipación de energía de elementos estructurales.
- Caracterización de la acción sísmica. Evaluación de la peligrosidad y riesgo sísmico.
- Normativa sísmica. Efectos de los rellenos de fábrica. Análisis Modal. Interacción suelo estructura. Métodos numéricos para estudiar la programación de ondas en el terreno.
- Métodos sin malla (método de Galerkin sin elementos, método de diferencias finitas generalizadas, método de contorno sin elementos), y aplicación a problemas de elasticidad lineal, propagación de ondas sísmicas, advección-difusión en meteorología (predicción y modelos de calidad del aire), y dominios anisótropos.
- Mecánica computacional y comportamiento de sólidos. Métodos numéricos para problemas acoplados de sólidos y estructuras.
- Incorporación de índices de calidad a los resultados de los ensayos modales y su uso en la caracterización de propiedades mecánicas de materiales.
- Desarrollo de métodos numéricos para la predicción de vibraciones debido al tráfico ferroviario
- Desarrollo y empleo de modelos numéricos avanzados para el cálculo de suelos y estructuras.
- Estudios y ensayos acústicos y de vibraciones. Generación de modelos numéricos teórico-experimentales para el diseño y la verificación de los sistemas de aislamiento.

INGENIERÍA ACÚSTICA E INGENIERÍA DE FABRICACIÓN.

El sector de la **ingeniería acústica** ha experimentado un gran auge durante los últimos años debido a la necesidad de dar solución a los nuevos planteamientos surgidos en numerosos documentos normativos y legislativos, así como en lo relativo a la acústica en la edificación, fabricación, calidad sonora, etc. Desde 1996 hasta la actualidad son muchas las Directivas Europeas que han sido transpuestas a la Legislación Española y que están expresamente dirigidas a reglamentar temas acústicos a nivel ambiental, laboral e industrial, que también están acompañados en los diferentes Programas Marco a través de los cuales se financian importantes líneas de investigación donde se tratan de encontrar soluciones a diferentes problemas de nuestra sociedad.

La formación investigadora tiene su equivalencia en el contexto internacional tanto a nivel formativo como investigador en los programas, foros y publicaciones encuadrados en la denominación genérica "*Acoustics*" y más concretamente en "*Engineering Acoustics*" y que en el Programa de Doctorado en Ingeniería Acústica se basa en áreas internacionalmente reconocidas cómo "*Architectural Acoustics, Ultrasound, Noise, Physical Acoustics, Psychological and Physiological Acoustics, Signal Processing in Acoustics, Structural Acoustics*."

A nivel internacional, los estudios de ingeniería acústica están más que asentados desde hace décadas, donde más de 300 instituciones universitarias a nivel internacional ofertan estudios bajo las denominaciones de *Engineering Acoustics,* en universidades tan prestigiosas como: *Aalborg University, Boston University, University of British Columbia, University of California, San Diego, Harvard-MIT Division of Health Sciences and Technology, Ecole Centrale de Lyon, Stanford University, University of Southampton; University of Salford, University of Vermont, Virginia Polytechnic Institute and State University,*

En el caso Español el interés por estos temas se puede apreciar en el número elevado de universidades que, de forma parcial, imparten docencia e investigación en acústica, En total, en España se imparte la titulación de Grado en Telecomunicación con especialidad en Sonido e Imagen en 16 universidades, másteres universitarios relacionados con acústica en 8 universidades y programas de doctorado exclusivamente en la UPM desde el año 1997.

La demanda de investigación en Ingeniería Acústica se puede afirmar que ha crecido de manera sensible en la última década, sobre todo en las líneas de Ruido Ambiental y Acústica Arquitectónica, como se puede comprobar a través de los proyectos de investigación presentados a los Planes Nacionales de I+D+i por la Universidad Politécnica de Madrid, el CSIC y diferentes universidades Españolas. Algunos ejemplos de proyectos de investigación coordinados por el **Centro de Acústica Aplicada y Evaluación No Destructiva (CAEND)**, a través del **Grupo de Investigación en Instrumentación y Acústica Aplicada (i2a2)** se listan a continuación:

Proyecto: **TRA2009-08162-E. Airports Noise Greening For Making Europe Livable. Detection, monitoring and modeling for noise mitigation around airports**. Universidad Politécnica de Madrid.
Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia e Innovación
Número de Referencia: TRA2009-08162-E.
Financiación concedida: Desde: 01-09-2009; Hasta: 31-08-2010
Investigador responsable: Manuel Recuero López

Proyecto: **Hesiodo- Sistema automático de evaluación de las emisiones acústicas de las infraestructuras del transporte** (nº proyecto: 43761814004)
Entidad financiadora: Ministerio de Fomento
Financiación concedida: 30.000,00 € Desde: 01/01/2009; Hasta: 31/08/2009
Investigador responsable: Juan Manuel López Navarro

Proyecto: **Sistema electrónico embarcado para la monitorización de la contaminación acústica generada por vehículos automóviles (TRA2007-68080-C03-01; TRA2008-05654-C03-01/AUT)**
Entidad financiadora: Ministerio de Educación y Ciencia
Financiación concedida: 48.260,00 €; Desde: 01/01/2008 Hasta: 31/12/2011

Título del proyecto: **Micro-resonador ultrasónico de alta precisión para análisis de líquidos.**
Entidad financiadora: CICYT, DPI2010-17716
Entidades participantes: Centro de Acústica Aplicada y Evaluación No Destructiva, CSIC
Duración, desde: 01/01/2011; hasta: 31/12/2013; Cuantía de la subvención: 78650€
Investigador responsable: Luis Elvira Segura

Otro de los indicadores que dan cuenta de la **situación de la I+D+I del sector profesional en el campo de la ingeniería acústica** es el número de proyectos de investigación financiados en convocatorias públicas competitivas. Actualmente (diciembre 2012) están en ejecución **27 Proyectos Europeos** dentro del **VII Programa Marco** en relación con la ingeniería acústica.

El **Grupo de Investigación en Instrumentación y Acústica Aplicada (I2A2)** está formado por 1 Catedrático de Universidad, 4 Profesores Titulares de Universidad, 1 Catedrático de Escuela Universitaria y 1 Profesor Asociado.

El **Centro de Acústica Aplicada y Evaluación No Destructiva (CAEND)**, a través del **Grupo de Investigación en Instrumentación y Acústica Aplicada (i2a2)** desarrolla su actividad dentro de las siguientes líneas de investigación:

- Ruido ambiental:
- Ruido Industrial y laboral.
- Control del ruido.
- Acústica arquitectónica:
- Instrumentación de medida:

Cabe destacar que una parte de los investigadores del **Instituto de Acústica (CSIC)** junto con investigadores del **Grupo de Investigación en Instrumentación y Acústica Aplicada (I2A2)** de la UPM venían desarrollando actividades conjuntas, en proyectos conjuntos al Plan Nacional de I+D, así como dentro del **Programa de Doctorado con Mención de Calidad en Ingeniería Acústica** (MCD2008-00140). Este programa, creado en 1997, ha sido el único programa existente en España en esta temática hasta la fecha.

En lo que a **Ingeniería de Fabricación** respecta, se trata de una de la actividades principales de sectores industriales tan importantes como los de automoción, bienes de equipo, electrodomésticos, aeronáutico, componentes plásticos, etc.

La necesidad de mejorar la productividad de estos sectores obliga a la mejora continua y optimización de los procesos ya conocidos y al desarrollo de nuevos procesos, así como a nuevos métodos de gestión y utilización de los equipos industriales.

Esta necesidad de mejora constante es la que provoca que la demanda de actividades de investigación en esta área sea muy elevada. La evolución actual en la investigación en fabricación se dirige actualmente hacia: nuevos desarrollos que hagan incrementar la velocidad de procesamiento de las máquinas, nuevos procesos más eficientes desde le punto de su procesabilidad, economía y consumo energético, desarrollo de nuevos procesos de medida e inspección que permitan la medición de un mayor número de magnitudes y a una velocidad más elevada y el desarrollo de la fabricación virtual con nuevas aplicaciones que permitan la planificación y gestión de los procesos de forma automática e inteligente.

En este sentido, la línea de investigación que propone en este programa el **Grupo de Investigación en Ingeniería de Fabricación** incidirá en algunos de los anteriores aspectos, como el modelado y automatización de procesos, el desarrollo de nuevos procesos y en el desarrollo de la fabricación virtual basada en el conocimiento. En definitiva supone la continuación de la actividad realizada hasta ahora, a través del desarrollo de proyectos de investigación financiados en programas competitivos y que en la última década han sido:

- Desarrollo, optimización y control del proceso de microlimado. DPI2009-14535 CICYT.
- Integración de tecnologías de microfabricación y micromontaje. MICROFAB. DPI2005-08932-c02-02 CICYT.
- Estudio de la transferencia de tecnología en el ámbito de la robótica y las tecnologías de la producción. CICYT.
- Diseño y fabricación de microcomponentes para fluídica mediante tecnologías emergentes. MICROFLU. CICYT.
- Sistema integral para la optimización de la puesta en marcha y operaciones de máquinas de alta velocidad. OPTIMAV. PROFIT-MINER
- Sistema KBE para la integración de las fases de preparación y producción en procesos de inyección de plásticos. CICYT.
- Desarrollo de procesos específicos de mecanizado de alta velocidad para el sector aeronáutico (AEROFIVE) ATYCA-MINER

Por otra parte, los programas públicos de investigación tienen como líneas prioritarias relacionadas con la fabricación, la línea “Nanociencia y Nanotecnología, Nuevos Materiales y Nuevos Procesos Industriales”, tanto en el 7º Programa Marco de la UE como en acciones estratégicas del Plan Nacional.

Esta línea de investigación está apoyada por un grupo de investigación formado por 2 catedráticos, 4 profesores titulares y un contratado doctor.

INGENIERÍA DE VEHÍCULOS Y TRANSPORTES

El transporte, y especialmente la ingeniería de los vehículos y otros sistemas tecnológicos incluidos en esta área, constituyen en la actualidad ámbitos científico-tecnológicos sumamente fértiles de investigación, como consecuencia del incremento constante de la demanda de movilidad y la necesidad de satisfacerla en el marco de una creciente preocupación por el impacto medioambiental a niveles local y global, la necesidad de reducir la dependencia de

combustibles de origen fósil, incrementando el uso de vehículos “limpios” y reducir la siniestralidad originada en los diferentes modos de transporte, especialmente la carretera.

Por otra parte, la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UPM cuenta con una excelente trayectoria de investigación en ámbitos muy significativos de la línea que se propone, lo que viene avalado a través de dos prestigiosos centros de investigación: el **INSIA** (Instituto Universitario de Investigación del Automóvil), creado en el año 1993 (BOE 206/1993 de 28 de agosto) con un equipo investigador de unas 70 personas, y el **CITEF** (Centro de Investigación en Tecnologías Ferroviarias) constituido como centro propio de la Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial en 1997 y transformado en Centro de I+D+i de la UPM en abril de 2012, y formado por un equipo investigador de 65 personas.

Así mismo se indica que “La financiación a nivel de la Unión de la investigación y la innovación sobre transporte, complementará las actividades de los Estados miembros centrándose en actividades con un claro valor añadido europeo” “Invertir en investigación e innovación para conseguir un sistema de transporte más ecológico, inteligente e integrado constituirá una aportación importante a los objetivos de Europa 2020”. Por otra parte, el *European Rail Research Advisory Council* (ERRAC), en el documento “*Rail Route 2050: the sustainable backbone of the Single European Transport Area*”, ha establecido el plan de trabajo y las áreas prioritarias de investigación para el futuro.

La línea de este Programa dedicada a Ingeniería de Vehículos y Transportes encuadra directamente sus actividades en los anteriores objetivos europeos de I+D.

Como ideas fundamentales de línea se señalan:

- Un transporte eficiente en el uso de los recursos y que respeta el medio ambiente.
- Mejor movilidad, menor congestión, mayor seguridad.
- Liderazgo mundial para la industria europea del transporte.
- Investigación socioeconómica y actividades de prospectiva para la formulación de Políticas.

El **Grupo de Investigación en Seguridad e Impacto Medioambiental de Vehículos y Transportes (GIVET)** nace en la década de 1980 a partir de la Cátedra de Transportes de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid. A partir de 1993, su actividad de investigación se adscribe al Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA). Éste es un Instituto de Investigación de la Universidad Politécnica Madrid adscrito a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales e integrado en el Parque Científico y Tecnológico de la UPM.

El INSIA, se ha convertido en sus más de 20 años de experiencia, en un centro de referencia para la industria de automoción y el sector del transporte a nivel nacional y europeo. Las principales actividades del Instituto se pueden agrupar en tres bloques:

- Investigación y desarrollo en el ámbito de los vehículos automóviles y sus impactos en seguridad y medioambiente, desarrollando las siguientes líneas de Investigación:
  - Mejora de la seguridad en autobuses y autocares y en el transporte de mercancías
  - Análisis de las causas y de las consecuencias de los accidentes de tráfico

- Biomecánica del impacto aplicada a la mejora de la seguridad pasiva
- Sistemas de asistencia al conductor (ADAS)
- Desarrollo y aplicación de modelos para la evaluación y predicción de los impactos del transporte por carretera en la seguridad y medio ambiente
- Sistemas alternativos de propulsión e impacto medioambiental de los vehículos automóviles
- Modelos matemáticos para el análisis y simulación mecánicos de vehículos

- Apoyo tecnológico a las empresas y también a las administraciones públicas.
- Formación de posgrado y especializada con 3 programas relevantes como son el Máster en Ingeniería de Automoción, Máster en Ingeniería de Vehículos Híbridos y Eléctricos y la Fórmula Student.

En la actualidad, el **GIVET** está integrado por 33 Investigadores de la UPM: catedrático universidad (2); titular universidad (4); Profesor Contratado Doctor (2); contratado de investigación UPM OTT (14); personal investigador de apoyo (7); otros (4).
En la última memoria consolidada de 2011, el GIVET ha mantenido su participación en más de 60 proyectos de I+D+I (28 proyectos y convenios en convocatorias públicas competitivas; 7 proyectos y convenios de financiación pública no competitiva; y 26 proyectos y convenios de financiación privada), entre los que destaca:

- PROGRAMA SEGVAUTO: SEGURIDAD DE VEHICULOS AUTOMÓVILES (S2009/DPI-1509), financiado por la Comunidad de Madrid, con un presupuesto global de 1.087.401 Euros (2010 - 2013), y en el que participan varios grupos de la UPM (GIVET-INSIA – coordinador-, SIMCA-EUI, Lab-QECC-ETSII, GME-ETSII), así como el SIC-UEM, LSI-UC3M, AOCG-UCM y IAI-CSIC.
- DESARROLLO Y APLICACIÓN DE UNA METODOLOGÍA INTEGRADA PARA EL ESTUDIO DE LOS ACCIDENTE DE TRAFICO CON IMPLICACIÓN DE FURGONETAS – FURGOSEG (P 24/08), financiado en la convocatoria 2008 de ayudas a proyectos de I+D+I, correspondiente al Subprograma de Transportes e Infraestructuras del Ministerio de Fomento, con un presupuesto global de 833.682,50 Euros (2009 - 2011), y en el que participan varios grupos de la UPM (GIVET-INSIA – coordinador-, y TRANSYT), así como el IEA y la UC3M.

El **Centro de Investigación en Tecnologías Ferroviarias**, **CITEF,** se constituyó como centro propio de la Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial en 1997 y se ha transformado en Centro de I+D+i de la UPM en abril de 2012. En la actualidad CITEF lo integran 14 profesores doctores, 50 contratados de investigación y becarios y 7 técnicos administrativos.

La actividad anual media de CITEF se puede resumir en más de 30 proyectos anuales, financiados en convocatorias públicas competitivas, europeas o nacionales, o contratados por entidades públicas y privadas, impartición de docencia oficial reglada de grado, máster y doctorado y formación en cursos y seminarios de especialización en tecnologías ferroviarias e intensa participación en congresos y publicaciones en revistas internacionales.

CITEF está totalmente integrado con el sistema productivo europeo del sector ferroviario, destacando especialmente su actividad en el desarrollo de nuevos componentes, sistemas y aplicaciones en el entorno del material rodante, las instalaciones fijas, instalaciones de energía, los sistemas de control de tráfico y los sistemas de formación fundamentalmente en el entorno ferroviario. En particular, sistemas seguridad y detección, evaluación de afectaciones de las

instalaciones y la seguridad, desarrollo e investigación en el nuevo Sistema ERTMS, desarrollos de aplicaciones inteligentes para la toma de decisiones en la operación de ferrocarriles, metodologías para el estudio de accidentes e incidentes de material rodante basada en la simulación de la dinámica ferroviaria, diseño y optimización de nuevos componentes: perfil de catenaria rígida, aisladores de sección, componentes de vagones de mercancías, accionamientos de agujas, etc., simuladores de conducción, averías y control de tráfico de ferrocarriles metropolitanos, alta velocidad y mercancías, simuladores para pruebas de equipos y datos de seguridad en ERTMS y CBTC.

CITEF ha trabajado con casi todos los agentes del sector ferroviario, entre los que destacan:

- **Administraciones ferroviarias**: ADIF, Metro de Madrid, Renfe, Metro de Santiago (Chile), Metro de Barcelona, Metro de Sevilla, Metro de Londres, Metro de Caracas, IAFE (Venezuela), Metro de Lisboa, Metro de Los Teques (Venezuela), Ferrominera del Orinoco (Venezuela), TBA (Trenes de Buenos Aires) …
- **Administraciones Públicas:** Ministerio de Ciencia y Tecnología de España, Comisión Europea, Mintra, CEDEX, ERTMS UserGroup , …
- **Fabricantes de Material Rodante**: ANSALDO-BREDA, Bombardier, CAF, ALSTOM, SIEMENS.
- **Fabricantes de Sistemas de Señalización**: THALES, Dimetronic, Westinghouse, Bombardier, ELIOP, ALSTOM, SIEMENS, HITACHI, …
- **Fabricantes de Sistemas de Comunicaciones e Integración**: INDRA, TELVENT, SIEMENS, etc.
- **Constructores de Obra Civil:** GhellaSpA, Odebrecht, Ferrovial, Impregilo, …
- **Consultoras e Ingenierías:** Ineco, Inserail, 2IT Ingeniería, Getinsa, …

En los últimos años, CITEF ha realizado un gran esfuerzo para **internacionalizar** el conocimiento y desarrollos generados desde su nacimiento, en concreto ha venido desarrollando o desarrolla proyectos en: **Portugal, Reino Unido, Alemania, Italia, Bulgaria, Turquía, Venezuela, Chile, Argentina, México, Panamá, EEUU, Australia, Nueva Zelanda, Japón y China.**

INGENIERÍA Y APLICACIONES DEL LÁSER.

Los objetivos formativos principales de la Línea de Investigación Ingeniería y Aplicaciones del Láser en el marco del Programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica de la UPM son:

I. Presentación de la Tecnología Láser y su importante catálogo de aplicaciones a nivel industrial, tanto en aplicaciones fotónicas como en el dominio de los Láseres de potencia.
II. Profundización selectiva en el conocimiento de algunas de las referidas aplicaciones con vistas a la especialización de los participantes y su seguimiento como investigadores en formación de proyectos de I+D+i.
III. Potenciar la incorporación de la Tecnología Láser al tejido productivo de la industria nacional a través de la formación en el conocimiento y aplicación de la misma de técnicos de sus empresas.
IV. Sentar las bases para el establecimiento de un marco formativo y de investigación de nivel y calidad reconocidos alrededor de la Tecnología Láser que fomente la

interrelación con los centros más avanzados de desarrollo fundamental y de aplicaciones de la misma a nivel internacional.

La programación académica conjunta de las bases científicas y los aspectos tecnológicos ligados a la Tecnología Láser y sus aplicaciones junto con el conocimiento integrado que se puede obtener a través de su seguimiento (con una importante carga práctica basada en el importante equipamiento disponible) constituyen, además, una oportunidad que se considera única en España y que, sin duda, ha de resultar atractiva a un importante número de científicos e ingenieros deseosos de profundización en un tema de creciente importancia tecnológica como es el tratado.

La línea de investigación en Ingeniería y Aplicaciones del Láser está promovida por **Centro Laser** a través del **Grupo de Investigación en Ingeniería y Aplicaciones del Láser**., reconocido oficialmente por la UPM como Grupo Consolidado en su convocatoria de reconocimiento de Grupos de Investigación de 2005.

Dicho Grupo de Investigación, en formación a partir de 1990, alberga en su seno un total de 15 Doctores, de los cuales 2 Catedráticos de Universidad, 3 Profesores Titulares de Universidad, 4 Profesores Doctores Contratados, 2 Ayudantes (en proceso de transformación a Profesores Ayudantes Doctores) y 4 Doctores contratados para desarrollo de Proyectos de I+D+i.

A lo largo de su relativamente larga trayectoria, el Grupo de Investigación ha tenido la oportunidad de participar en importantes Proyectos de I+D+i de ámbito nacional e internacional, habiendo cabido a sus miembros la responsabilidad de coordinación de diferentes grupos de trabajo, consorcios e iniciativas en el campo de la Tecnología Láser a nivel internacional, siendo algunos de los más notables la coordinación del paraguas EUREKA-EULASNET (Laser Technology and Applications), la pertenencia al Comité Ejecutivo del European Laser Institute, la actuación de sus miembros como ponentes internacionales en la Eurolaser Academy y otras actuaciones destacadas.

Los Proyectos de I+D+i de financiación pública competitiva más significativos desarrollados durante los últimos 5 años, en los que el equipo proponente ha sido coordinador de diversos paquetes de trabajo, son:

i. Análisis Integrado Teórico-Experimental de Procesos de Tratamiento de Choque por Láser de Componentes Metálicos (SHOCKLAS+). Proyecto PNI+D. MAT2008-02704.
ii. Desarrollo de Tecnologías de Microfabricación Innovadoras para la Generación de Nuevos Negocios y el Incremento de la Competitividad de la Industria Española en Mercados Incipientes (MICROMANUFACTURING). Proyecto Singular Estratégico. PSE-020400-2007-2.
iii. La Excelencia Española en Rapid Manufacturing. Desarrollo y Aplicación de la Tecnología de Deformación Incremental de Segunda Generación, para Aplicaciones Estratégicas. Proyecto Consorciado con Centros Tecnológicos. PID-560300-2009-11.
iv. Diseño e Industrialización de Módulos Fotovoltaicos en Silicio de Capa Fina (MICROSIL08). Proyecto Singular Estratégico. PSE-120000-2007-7.
v. New Photonic Systems on a Chip based on Dyes for Sensor Applications Scalable at Wafer Fabrication (PHODYE). Proyecto FP-6 (EC). N. 033793.

vi. Desarrollo e Instrumentación de un Sistema de medición remota para la vigilancia y control de gases contaminantes en entornos urbanos. Proyecto PNI+D. A069/2007/3-13.4.

A su vez, en el momento presente y para el futuro inmediato, el Equipo responsable de la Línea de Investigación , dispone de la adecuada financiación que asegure la continuidad de su trabajo en los próximos años, tanto de carácter público competitivo como también de carácter privado cooperativo, siendo los más significativos Proyectos del primer tipo ya concedidos o en curso:

i. Análisis Integrado Teórico-Experimental de la Técnica LSP aplicada a la Mejora de Propiedades Mecánicas y Superficiales de Componentes Metálicos de Alta Fiabilidad (SHOCKLAS-RELY). Proyecto PNI+D. MAT2012-37782.
ii. Avances en Materiales e Interfaces para Células de Silicio en Lámina Delgada (AMICS). Proyecto PNI+D. ENE2010-21384-C04-02.
iii. Simulación de Procesos Láser en la Industria Fotovoltaica. Proyecto PNI+D. ENE2011-23359.
iv. Innovación en Dispositivos Fotovoltaicos e Integración Arquitectónica Solar (INNDISOL). Proyecto INNPACTO. IPT-420000-2010-6.
v. Biochip Kits basados en Celdas Biofotónicas y Plataformas Avanzadas de Interrogación Óptica (PLATÓN). Proyecto PNI+D. TEC2012-31145.
vi. Innovación y Desarrollo de Sistemas Portátiles de Detección Biológica Óptica de Alta Eficiencia (INNBIOD). Proyecto INNPACTO. IPT-2011-1429-01000.

Adicionalmente, el Equipo responsable de la Línea de Investigación desarrolla colaboraciones con otros grupos, todos ellos con un elevado reconocimiento tanto a nivel nacional como internacional, en temáticas plenamente concordantes y complementarias desde el punto de vista de la formación doctoral con la orientación de su investigación

La implantación de la Tecnología Láser a nivel español resulta aún necesitada de un importante esfuerzo de promoción e incorporación a procesos industriales. En función de ello, se considera que la Línea de Investigación en Ingeniería y Aplicaciones del Láser propuesta debería concitar un interés notable por parte del alumnado deseoso de incorporarse a la investigación en un tema de indudable proyección futura y de grandes posibilidades para el desarrollo de una trayectoria académica en colaboración con centros de investigación de gran prestigio a nivel internacional como los que colaboran con el Equipo de investigadores responsables de la misma.

INGENIERÍA DE MAQUINAS Y DESARROLLO DE PRODUCTOS

El constante aumento de las exigencias de funcionalidad y características energéticas de cualquier tipo de máquina o producto, así como la evolución también imparable del nivel de competencia de los fabricantes y exigencia de los clientes, tienen como consecuencia unos mayores niveles de solicitaciones mecánicas, térmicas y químicas sobre sus elementos. Además, aspectos como el coste del ciclo de vida y la duración de éste tienen una importancia también fundamental. Este escenario obliga a una investigación constante en diferentes áreas relacionadas con el diseño de elementos de máquinas como la tribología, las vibraciones y ruidos, el desarrollo y aplicación de nuevos materiales avanzados, las técnicas de modelización y resolución de problemas dinámicos complejos; pero también en áreas relacionadas con el

propio producto como elemento de estudio, como el mantenimiento, la normativa, la seguridad, la metodología de desarrollo de productos, la metodología de ensayo, las tecnologías de prototipado y los nuevos principios resolutivos globales.

La generación de conocimiento en estas áreas presenta un impacto socioeconómico muy relevante al ser de aplicación directa en numerosos sectores industriales ligados a la Ingeniería de Máquinas y al Desarrollo de Productos, desde los ámbitos clásicos de la Ingeniería Mecánica, hasta otros emergentes ligados a Nanotecnología, Bioingeniería, energías alternativas o Ciencia e Ingeniería de Materiales.

En este contexto, la División de Ingeniería de Máquinas (DIM) de la Universidad Politécnica de Madrid, proponente de la línea de investigación en **Ingeniería de Máquinas y Desarrollo Productos**, centra sus actividades de investigación, desarrollo y servicios tecnológicos en las siguientes áreas, que son coherentes con la situación actual de la División en el Departamento de Ingeniería Mecánica y Fabricación de la ETSI Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid y con sus actividades docentes.

- Diseño, cálculo, construcción y ensayo de máquinas y productos.
- Tribología (fricción, lubricación, desgaste) aplicada a Ingeniería Mecánica.
- Ensayo y mantenimiento de máquinas.
- Seguridad y normativa en máquinas.
- Vibraciones en máquinas.
- Microsistemas electromecánicos.
- Diseño y fabricación con polímeros.
- Biomecánica, Bioingeniería y desarrollo de dispositivos médicos.
- Desarrollo de máquinas y productos empleando materiales compuestos.
- Desarrollo de dispositivos basados en materiales inteligentes.
- Historia de las máquinas y del desarrollo de productos.
- Innovación educativa en Ingeniería Mecánica.

La línea de investigación en **Ingeniería de Máquinas y Desarrollo Productos** está avalada por los miembros de la División de Ingeniería de Máquinas, que incluyen 1 Catedrática de Universidad, 3 Profesores Titulares de Universidad, 2 Profesores Contratados Doctores con acreditación ANECA como titular de universidad y 1 Profesor Ayudante, además de numerosos alumnos de doctorado y proyectantes fin de carrera. Asimismo los miembros que avalan dicha línea integran desde 2007 el “Grupo UPM de Investigación en Ingeniería de Máquinas” y el “Grupo de Innovación Educativa UPM para la Docencia Innovadora de Máquinas”.

Desde la fundación de dichos grupos de investigación e innovación educativa, se ha potenciado enormemente la línea de **Ingeniería de Máquinas y Desarrollo Productos**, con algunos avances y resultados que nos gustaría destacar a continuación. En los últimos años hemos trabajado activamente en el desarrollo de máquinas y productos, en muchos casos basados en el empleo de geometrías y materiales especiales para obtener resultados especiales para aplicaciones específicas.

En los últimos 5 años, hemos llevado a cabo proyectos de investigación con financiación pública competitiva (7) y con financiación privada (>20) ligados: al estudio de todo tipo de fenómenos de contacto en elementos de máquinas, de cara a mejorar su vida útil y a minimizar su consumo; al estudio y desarrollo de sistemas mecánicos de acumulación de energía para aerogeneradores, para automoción y para transporte público; a la incorporación de mejoras en sistemas de recolección de energía solar; a la optimización de sistemas para mantenimiento ferroviario; al desarrollo de múltiples dispositivos basados en materiales multifuncionales como polímeros con memoria de forma, polímeros electroactivos o "músculos artificiales", polímeros y cerámicos piezoeléctricos y piroeléctricos, fluidos magnetoreológicos, compuestos polímero-metal conductores por efecto de túnel cuántico, entre otros; y al desarrollo de prótesis con características diagnósticas y terapéuticas especiales, como anillos de anuloplastia activos, stents expandibles, prótesis de cadera personalizadas, prótesis cardiacas personalizadas, dispositivos para diagnóstico y monitorización de patologías diversas, esfínteres artificiales y andamios para ingeniería de tejidos. También se han dedicado importantes esfuerzos a mejoras de la seguridad en máquinas, tanto mediante la realización de campañas de inspección y estudios ligados a seguridad en máquinas de mercado, como a la incorporación de metodologías especiales de diseño de máquinas orientadas a la seguridad, con aplicaciones importantes en el desarrollo de robots y brazos robotizados.

Dichos desarrollos y estudios han permitido la concesión de 12 patentes (4 de ellas en explotación), la publicación de más de 25 artículos indexados en el JCR, así como de 4 libros (2 de ellos en las editoriales internacionales "Springer" y "PAN Stanford Publishing"), más de 20 capítulos en otros libros y más de 50 ponencias en congresos internacionales, además de haber permitido la fundación de una spin-off (Acumener I+D).

Entre los proyectos de investigación más destacables realizados en los últimos años, con participación del equipo proponente de la Línea de Investigación en Ingeniería de Máquinas y Desarrollo de Productos, cabe citar:

i. Rapid Manufacturing IBE-RM. Ministerio de Ciencia e Innovación – Proyectos Singulares Estratégicos.
ii. Programa de control y verificación de la seguridad de los productos industriales a disposición de los consumidores en el mercado de la Comunidad de Madrid. Dirección General de Consumo de la Comunidad de Madrid.
iii. Control de productos industriales, en el área de maquinas industriales. Subdirección General de Calidad y Seguridad Industrial del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
iv. Hybrid Technological Platform for Rehabilitation, Functional Compensation and Training of Gait in Spinal Cord Injury (SCI) Patients. Ministerio de Economía y Competitividad: Proyectos de Investigación Fundamental.
v. muFractal: Microsystem for studying the influence of fractal dimension on cell behavior. 7th EU FP – Capabilities (EUMINAFAB).
vi. NPR-nano: Design and manufacture of negative Poisson's ratio nanostructures. 7th EU FP – Capabilities (EUMINAFAB).
vii. NanoAUX: Additive nanomanufacture of 3D auxetic metamaterials. 7th EU FP – Capabilities (EUMINAFAB).

viii. ReplicAS: Replication of Advanced Scaffolds with Biomimetic Fractal Features. 7th EU FP – Capabilities (EUMINAFAB).
ix. Modelo predictivo para contactos con lubricación elastohidrodinámica. Ministerio de Ciencia e Innovación. Plan Nacional de Investigación. Subprograma de Investigación Aplicada Colaborativa 2008.
x. Almacenamiento elástico de energía con resortes radioidales en materiales compuestos. ACENER I+D – CDTI (Proyecto CENIT).
xi. Diseño de un sistema de regulación mecánica de potencia. IMADE – Comunidad de Madrid.
xii. Diseño de un dispositivo de arranque de sistemas mecánicos y eléctricos. IMADE – Comunidad de Madrid.
xiii. FEMAB (Férula Instrumentada Antibruxista). Ministerio de Educación y Ciencia – PROFIT.
xiv. ARCHISENS (architecture sensors and microcomponents). Consejería de Educación. Comunidad de Madrid.

Entre los proyectos desarrollados con financiación privada cabe citar:

i. Desarrollo de un disipador térmico para un sistema fotovoltaico de media concentración. Abengoa Solar.
ii. Servicios de asistencia técnica y consultoría en tecnología solar fotovoltaica de alta concentración para el suministro de componentes solares. Abengoa Solar.
iii. Desarrollo de envases innovadores. Taranto Estudios e Inversiones, S.L..
iv. Análisis del posible fallo por fatiga de la transmisión sinfín corona de un ascensor. Thyssenkrupp Elevator Manufacturing Spain.
v. Cálculo de vida de reductores sinfín-corona. Thyssenkrupp Elevator Manufacturing Spain.
vi. Estudio de la soldadura eje motriz-portacoronas y bridas de seguridad. Thyssenkrupp Elevator Manufacturing Spain.
vii. Modelización del comportamiento de válvulas de seguridad de centrales nucleares. Iberdrola, S.A..
viii. Diseño de un sistema de conexión modular entre componentes fabricados con materiales compuestos. EIROA I+D+i.
ix. Estudio sobre comportamiento del calce descarrilador en la red convencional. ADIF.
x. Herramienta orientada al diseño de lubricante para potenciar la Resistencia frente al Micropitting de un contacto lubricado. REPSOL S.A..
xi. Modelado de los contactos lineales en las multiplicadoras de aerogeneradores para predecir la aparición de micropitting, Fundación Gamesa.
xii. Estudio de los parámetros de influencia en la aparición de micropitting en las multiplicadoras de los aerogeneradores. Fundación Gamesa.
xiii. Redes neuronales artificiales para predecir la eficiencia energética y el desgaste en contactos tribológicos. Fundación Repsol.
xiv. Desarrollo y parametrización de un procedimiento para contacto puntual y lineal. Aplicación a la lubricación y a la predicción de fallos en engranajes. REPSOL S.A..
xv. Modelos de predicción de la fricción y de control de los procesos de desgaste para mejorar la eficiencia energética y el ciclo de vida de las transmisiones. Fundación Repsol.
xvi. Desarrollo de modelos de contacto con lubricación elastohidrodinámica y su validación experimental. Resolución interactiva del problema elastohidrodinámico y su aplicación en la lubricación de engranaje. Fundación Repsol.

- **Justificación del interés para la sociedad: Mercado Laboral,**

Normalmente, los egresados de los programas precedentes, bien han terminado ocupando plazas en los grupos de investigación en los que desarrollaron su investigación, bien provenían de otras universidades donde ya desarrollaban labores docentes y la obtención del título de doctor les ha servido para consolidar su plaza. Existe otro perfil que es el de alumnos que provenían tanto de la empresa, como de las instituciones públicas y la obtención del título de doctor ha servido para promocionar / consolidar su puesto. Existe una tasa de inserción laboral del 100% (datos 2008-2012).

Actualmente los alumnos egresados de los programas precedentes desarrollan su labor profesional como se indica a continuación:

Un 65 % en Universidades, un 15 % en Empresas de I+D+i (internacionales o nacionales con proyección internacional) y un 20 % en otros ámbitos profesionales (de las Administraciones Públicas o de ámbito privado nacional e internacional).

Profesores en universidades: UPM, Sevilla, Politécnica de Valencia, Oviedo, Castilla-La Mancha, UC3M, Uned, Zaragoza, Universidad de Alcalá, Universidad de Málaga, Universidad de Fuzhou Institut Supérieur de l'Automobile et des Transports, CSIC, Universidad EAFIT, Universidad de La Laguna, Instituto Profesional Duoc UC, Pontificia Universidad Católica de Perú, Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, etc.

Instituciones y empresas Públicas: CDTI - Ministerio de Economía y Competitividad, DGT, Metro de Madrid, Ministerio de Fomento, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, entre otras.

Empresas: Siemens AG. Energy Sector, TÜV SÜD Rail GmbH, ACCIONA; IDOM; Carlos Fernández Casado, Oficina Técnica, Eurocopter, Otobre & Otobre, IECMM Madrid, Amberg and TTI Enginering Pte. Ltd. Singapore entre otras.

- **Descripción de los procedimientos de consulta internos y externos utilizados para el plan de estudios.**

  Procedimientos de consulta internos

En la UPM y en la ETSII-UPM se han desarrollado una serie de actuaciones siguiendo un conjunto de procedimientos de consulta y aprobación internos y externos a través de diferentes comisiones y órganos de gobierno, que garantizan la máxima calidad posible en la propuesta del nuevo programa que se presenta al proceso de verificación del que es responsable el Consejo de Universidades.

En el diseño del Sistema de Garantía Interna de Calidad de la ETSII-UPM, en adelante SGIC-ETSII, cumpliendo con el criterio de la directriz AUDIT de la "Garantía de Calidad de los programas formativos", se cuenta con el procedimiento denominado "Proceso de diseño de nuevos títulos", PR/ES/2/001. Su fin es describir el proceso mediante el cual, de una forma estructurada, ordenada y coordinada, la UPM, con la participación de todos sus Centros y

grupos de interés, aborda el diseño de nuevos Títulos, cumpliendo las directrices establecidas a nivel nacional y europeo, y los mandatos de la legislación vigente. La orientación con criterios académicos y profesionales hacia una completa formación del alumno, y teniendo una visión global de universidad, hace necesaria la participación de órganos de gobierno y personas de toda la UPM y de colaboradores externos.

La información relativa a los procedimientos de consulta internos se encuentra recogida en los siguientes procedimientos del Manual del Sistema de Garantía Interna de Calidad de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (SGIC-ETSII):

PR/ES/2/001. Diseño de nuevos títulos oficiales.

PR/ES/2/002. Verificación de nuevos títulos oficiales.

La declaración de intenciones de adaptar los actuales Programa Oficiales de Doctorado estructurados según el RD 1393/2007 a un Programa de Doctorado que cumpliese los requerimientos del RD 99/2011 fue realizada por la dirección de la ETSII-UPM. Se creó una comisión redactora de la memoria compuesta por PDI de cada una de las unidades docentes participantes. La propuesta de memoria de verificación de título se elaboró en el seno de dicha Comisión Redactora.

Durante el proceso de elaboración del borrador de la memoria se celebraron numerosas reuniones, tanto de la comisión redactora como con el profesorado de las áreas de conocimiento implicadas, con el objeto de informar sobre las distintas propuestas elaboradas para su debate, desarrollo y mejora.

Para la elaboración del programa se han seguido las indicaciones de los siguientes documentos:

- Propuesta de criterios de calidad relativos a diferentes etapas de gestión de alumnos y tesis doctorales en el marco de los distintos Programas de Doctorado del Departamento de Ingeniería Mecánica y Fabricación. Documento interno. 17/10/2012.
- Propuestas para el diseño de los programas de doctorado en la ETSII. Documento interno. 16/10/2012.
- Modelo de Doctorado. Universidad Politécnica de Madrid. Aprobado por el Consejo de Gobierno en su sesión de 21 de diciembre de 2011.
- Requisitos para los planes de estudio de los Másteres Universitarios de Investigación e itinerarios vinculados a Programas de Doctorado incluidos en otro tipo de Máster Universitario. Aprobadas en la reunión de 25 de septiembre de 2008 por el Consejo de Gobierno de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Reglamento de Elaboración y Evaluación de la Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Aprobado por el Consejo de Gobierno en su sesión de 21 de diciembre de 2011.

Procedimientos de consulta externos:

Se han consultado los planes de estudio de diferentes programas de doctorado a nivel internacional, tanto en Ingeniería Mecánica, como otros programas más específicos

relacionados con cada una de las líneas de investigación contenidas en esta memoria (**Dinámica Computacional e Ingeniería Sísmica, Ingeniería Acústica e Ingeniería de Fabricación, Ingeniería de Vehículos y Transportes, Ingeniería y Aplicaciones del Láser e Ingeniería de Maquinas y Desarrollo de Productos**).

Para la elaboración de la propuesta se tuvo en cuenta la experiencia adquirida desde 1990/91 con los diferentes programas de doctorado impartidos, así como la adquirida en la impartición, elaboración y gestión de másteres y Programas de Doctorado. También se tuvo en cuenta la opinión cualificada de una muestra de alumnos egresados de Programas de Doctorado precedentes y que actualmente son profesores en diferentes universidades europeas y latinoamericanas.

Además, se han consultado y tenido en cuenta los siguientes documentos:

- Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado.
- Evaluación para la verificación. Protocolo de evaluación para la verificación de las enseñanzas oficiales de doctorado. REACU. Red Española de Agencias de Calidad Universitaria. V 1.0; 12/12/2011.
- Plantilla de evaluación para la verificación de enseñanzas oficiales de doctorado. ANECA. Agencia Nacional de Evaluación y Acreditación. V. 0. 2 – 15/02/2012.

- **COLABORACIONES:**

La mayoría de las colaboraciones de los equipos de investigación permiten establecer alianzas y sinergias entre los grupos de investigación de diferentes universidades, centros de I+D y empresas, redundando en la mejora del conocimiento de los investigadores, doctorandos y en beneficios en el propio Programa de Doctorado. De forma específica, las colaboraciones se articulan mediante la participación coordinada en proyectos de investigación de diferentes convocatorias públicas competitivas, en la participación en proyectos de investigación con financiación privada, el intercambio de investigadores y doctorandos (movilidad pre y post doctorales), la asistencia a tribunales de tesis doctoral, la publicación de resultados de investigación en revistas indexadas, etc. A continuación se muestran a modo de ejemplo algunas de las colaboraciones más reseñables para cada línea de investigación, indicando el objeto, la intensidad y la naturaleza de las mismas:

DINÁMICA COMPUTACIONAL E INGENIERÍA SÍSMICA.

Se mantienen colaboraciones con las Universidades, centros de investigación y empresas que a continuación se detalla. El objeto de las colaboraciones suele ser en el marco de proyectos de investigación, intercambio de investigadores y doctorandos (movilidad pre y post doctorales), asistencias a tribunales de tesis doctoral, publicación de resultados de investigación en revistas indexadas, etc. La intensidad es variable, en el caso de proyectos de investigación depende fundamentalmente de la financiación y de los proyectos de investigación en común. En el caso de la movilidad, depende de la temática de la estancia, de la capacidad de acogida de un determinado grupo en un determinado momento y de la financiación. La asistencia a tesis

doctorales es igualmente variable. Todos los puntos anteriores están claramente interconectados.

- Departamento de Ingeniería Civil, Catholic University of Leuven, Bélgica
- California Institute of Technology
- Technical University of Munich
- Universidad de La Coruña
- Universidad de Sevilla
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja del CSIC

INGENIERÍA ACÚSTICA.

El Programa de Doctorado en Ingeniería Acústica ha tenido siempre una clara vocación internacional. Prueba de ello son los acuerdos con los departamentos de acústica instituciones extranjeras para que los doctorandos puedan realizar estancias en el extranjero, así como para que profesores de instituciones diferentes a la UPM impartan docencia en el Programa. En concreto existen los siguientes acuerdos:

Acuerdos para realizar estancias en el extranjero:

- Politécnico di Milano.
- Chalmers University of Technology.
- University of Saldford – Manchester.
- Universidade do Minho.
- Universita degli studi di Ferrara.

En el programa de Doctorado en Ingeniería Acústica participan profesores de las anteriores instituciones extranjeras. Además participan profesores / investigadores de las siguientes instituciones españolas:

- Universidad de Castilla la Mancha.
- Universidad Politécnica de Catalunya.
- Universidad de la Laguna.
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Aunque todas estas colaboraciones pertenecen al Programa de Doctorado en Ingeniería Acústica, dichas colaboraciones serán actualizadas para el Programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica propuesto mediante la redacción de unos nuevos convenios y firma de sus responsables.

Se prevé que los profesores de las anteriores instituciones sigan participando en el Programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica propuesto mediante la impartición de seminarios específicos.

La actualización / firma de nuevos convenios se realizará una vez que la propuesta de Programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica sea verificada.

La intensidad de las colaboraciones es variable, dependiendo de la temática de la estancia, de la capacidad de acogida de un determinado grupo en un determinado momento y de la financiación.

INGENIERÍA DE FABRICACIÓN

El Grupo de Investigación en Ingeniería de Fabricación ha realizado varios proyectos de investigación coordinados, sobre todo en las áreas de procesos de microfabricación e ingeniería de precisión con las siguientes universidades:

- Universidad de la Frontera (Chile).
- Universidad Central Colombia.
- Universidad de Michoacán (Méjico).
- Universidad de Centro Occidental (Venezuela).
- Universidad de León (España).

Fruto de dichas colaboraciones, han surgido alianzas que perduran en el tiempo, se han abordado temas de investigación que han sido tratados por doctorandos del programa en sus tesis doctorales, y se han realizado estancias de investigación, tanto de investigadores como por parte de doctorandos.

La intensidad de dichas colaboraciones es variable, en el caso de proyectos de investigación depende fundamentalmente de la financiación y de los proyectos de investigación en común. En el caso de la movilidad, depende de la temática de la estancia, de la capacidad de acogida de un determinado grupo en un determinado momento y de la financiación.

INGENIERÍA DE VEHÍCULOS Y TRANSPORTES

El GIVET ha venido desarrollando numerosos proyectos de I+D, muchos de los cuales se han realizado en colaboración con otras Universidades, centros de investigación, empresas e instituciones. A continuación se citan las Universidades y centros de investigación con los que se ha colaborado en proyectos durante los últimos 5 años:

Mejora de la seguridad en autobuses y autocares y en el transporte de mercancías:

- INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial.
- Centre International de Mètodes Numèrics en Enginyeria.

- Politecnico di Milano.
- The Chancellor, Masters, and Scholars of the University of Oxford.
- Technische Universität Clausthal.
- Universidad de Passo Fundo.
- Universidad de Oviedo.
- Universidad de Zaragoza.
- Universidad de Sevilla.

Análisis de las causas y de las consecuencias de los accidentes de tráfico:

- Transport Safety Research Centre (Loughborough University).
- Transport Reserarch Laboratory (TRL).
- Cranfield Impact Centre (CIC).
- Politecnico di Torino.
- Universidad de Roma.
- Centro Ricerche Fiat.
- Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité Transport Research Lab (INRETS).
- Chalmers University of Technology.
- Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST).
- Medical University Hanover.
- Graz University of Technology.
- CEIT.
- IDIADA.
- ASPB - Laboratori de Salut Pública.
- Fundación CIDAUT.
- CTAG Centro Tecnológico de Automoción de Galicia.
- INTRAS (Instituto de Investigación en Tráfico y Seguridad Vial).
- Universidad de Valencia (LISITT).

Biomecánica del impacto aplicada a la mejora de la seguridad pasiva:

- Universidad Antonio de Nebrija.
- Universidad Miguel Hernández de Elche.
- Chalmers University of Technology.
- Partnership for Dummy Technology and Biomechanics.
- Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité Transport Research Lab.
- Vrije Universiteit Brussel.
- Centro Ricerche FIAT.

Sistemas de asistencia al conductor (ADAS) relacionados con el control inteligente de la velocidad, mapas electrónicos, posicionamiento GPS, comunicaciones y reconocimiento del exterior:

- Universidad Carlos III de Madrid.
- Universidad Europea de Madrid.
- Escuela Universitaria de Informática (UPM).
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicaciones (UPM).
- CTAG.
- CEIT.
- IDIADA.
- Universidad de Alcalá de Henares.
- Universidad Rey Juan Carlos.

Desarrollo y aplicación de modelos para la evaluación y predicción de los impactos del transporte por carretera en la seguridad y medio ambiente:

- Universidad Carlos III de Madrid.
- Transyt.
- Instituto Politécnico Nacional (Méjico).
- Universidad Tecnológica Nacional (Argentina).
- Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador).
- Consorcio National Econometric Research Diagnostics of Road Safety Victim Performance, (NERDS- RSVP). IFFSTAR. (Francia).

Sistemas alternativos de propulsión e impacto medioambiental de los vehículos automóviles:

- CSIC.
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicaciones (UPM).
- Universidad de Salta (Argentina).

Modelos matemáticos para el análisis y simulación mecánicos de vehículos industriales:

- Universidad de Oviedo.
- Universidad de Zaragoza.
- Universidad de Sevilla.

La mayoría de las colaboraciones anteriores están enmarcadas dentro de proyectos de investigación (nacionales, europeos, financiación privada, etc.). A través de dichos proyectos se crean redes, alianzas y sinergias en las que participan los investigadores del GIVET y los doctorandos. Gracias a dichas colaboraciones es posible la realización de estancias en diferentes centros (movilidad pre y post doctorales), asistencias a tribunales de tesis doctoral, publicación de resultados de investigación conjuntos en revistas indexadas, etc. La intensidad es variable, en el caso de proyectos de investigación depende fundamentalmente de la financiación y de los proyectos de investigación en común. En el caso de la movilidad, depende de la temática de la estancia, de la capacidad de acogida de un determinado grupo en un determinado momento y de la financiación. La asistencia a tesis doctorales es igualmente variable. Todos los puntos anteriores están claramente interconectados.

CITEF presenta las siguientes colaboraciones con otras Universidades, centros de investigación, empresas e instituciones:

Material rodante:

Adif (Spain); Autoritatea Feroviara Romana (Romania); Bdzead (Bulgaria); Damill Ab (Sweden); Ecoplan (Switzerland); Faiveleytransport Nordic Ab (Sweden); Gclas (Italy); Georgian Technical University (Georgia); Higher School Of Transport - Todor Kableshkov (Bulgaria); Kungliga Tekniska Hoegskolan (Sweden); Lucchini Rs Spa (Italy); Lulea Tekniska Universitet (Sweden); Marlo As (Norway); Mer Mec Spa (Italy); National Railway Nric (Bulgaria); Network Rail (United Kingdom); Petersburg State Transport University (Russian Federation); Politecnico Di Milano (Italy); Sirv (Romania); Tata Steel Uk Limited (United Kingdom); Technische Universitat Berlin (Germany); The Manchester Metropolitan University (United Kingdom); The University Of Sheffield (United Kingdom); Train (Italy); Uic (France); Unife (Belgium); Universidad Politecnica De Madrid (Spain); University Of Leeds (United Kingdom); University Of Newcastle Upon Tyne (United Kingdom)

Sistemas de señalización ferroviaria.

ADIF; NETWORK RAIL; DIMETRONIC, HITACHI, ALSTOM, THALES .

Sistemas comunicaciones en ferrocarril.

Centre for Research and Technology Hellas / Hellenic Institute of Transport (CERTH/HIT) – Greece; Dresdner Verkehrsbetriebe AG (DVB) – Germany; Fraunhofer Institute for Industrial Mathematics (Fraunhofer ITWM) – Germany; Fraunhofer Institute for Transportation and Infrastructure Systems (Fraunhofer IVI) – Germany; Gruppo Torinese Trasporti (GTT) - Italy; Politecnico di Torino – Italy; Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI) – Sweden; The Agent Factory (TAF) – Germany; Universidad Politécnica de Madrid (UPM) – Spain.

Sistemas de entrenamiento basados en ordenador:

Ceske Drahy; Corys T.E.S.S.; Deutsche Bahn Ag; Jan Perner Transport Institute; Krauss-Maffei Wegmann; Rail Training Internationa; Sncf; Univ. Nassau.; Univ. Politecnica de Madrid; Univ. of Wuerzburg.

La mayoría de las colaboraciones anteriores están enmarcadas dentro de proyectos de investigación (nacionales, europeos, financiación privada, etc.). A través de dichos proyectos se crean redes, alianzas y sinergias en las que participan los investigadores del CITEF y los doctorandos. Gracias a dichas colaboraciones es posible la realización de estancias en diferentes centros (movilidad pre y post doctorales), asistencias a tribunales de tesis doctoral, publicación de resultados de investigación conjuntos en revistas indexadas, eetc. La intensidad es variable, en el caso de proyectos de investigación depende fundamentalmente de la financiación y de los proyectos de investigación en común. En el caso de la movilidad, depende de la temática de la estancia, de la capacidad de acogida de un determinado grupo en un determinado momento y de la financiación. La asistencia a tesis doctorales es igualmente variable. Todos los puntos anteriores están claramente interconectados.

INGENIERÍA DE MÁQUINAS Y DESARROLLO DE PRODUCTOS

El contacto directo con empresas y centros de investigación públicos y privados relevantes, por parte del equipo investigador proponente de la Línea de Investigación en Ingeniería de Máquinas y Desarrollo de Productos, es también digno de mención. Se ha colaborado activamente realizando proyectos conjuntos con entidades y centros de I+D como:

CIEMAT, ICMM-CSIC, ICV-CSIC, AIJU, ASCAMM, European Virtual Institute of Knowledge-Based Multifunctional Materials, Instituto Torroja, Karlsruhe Institute of Technology, Tokyo Institute of Technology, Universidad de Tsinghua, Universidad Técnica de Viena,Universidad de Cassino, Universidad de Durham, Universidad Politécnica de Valencia, Universidad Autónoma de Madrid, Universidad Carlos III, entre otros.

La mayoría de las colaboraciones anteriores están enmarcadas dentro de proyectos de investigación (nacionales, europeos, financiación privada, etc). A través de dichos proyectos se crean redes, alianzas y sinergias en las que participan los investigadores del grupo y los doctorandos. Gracias a dichas colaboraciones es posible la realización de estancias en diferentes centros (movilidad pre y post doctoral), asistencias a tribunales de tesis doctoral, etc. La intensidad es variable, en el caso de proyectos de investigación depende

fundamentalmente de la financiación y de los proyectos de investigación en común. En el caso de la movilidad, depende de la temática de la estancia, de la capacidad de acogida de un determinado grupo en un determinado momento y de la financiación. La asistencia a tesis doctorales es igualmente variable. Todos los puntos anteriores están claramente interconectados."

INGENIERÍA Y APLICACIONES DEL LÁSER.

En el momento presente, el equipo investigador proponente de la Línea de Investigación "Ingeniería y Aplicaciones del Láser" mantiene un excelente nivel de colaboración con un importante número de institutos, centros de investigación, departamentos universitarios y empresas derivados del desarrollo de Proyectos de I+D comunes o de colaboraciones en el ámbito de Proyectos Educacionales, tanto a nivel nacional como internacional.

Las más significativas de estas colaboraciones son:

- Centro de Láseres Pulsados Ultraintensos. ICTS. Salamanca. España.
- Depto. de Energías Renovables. Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT). España.
- Grupo de Materiales Nanoestructurales. Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla. España.
- Centro de Nanotecnología de Navarra. España.
- IMDEA de Nanotecnología y Nanociencia. Madrid. España.
- Depto. de Física Aplicada y Óptica. Univ. de Barcelona. España.
- Depto. de Ingeniería Electrónica. Univ. Politécnica de Cataluña. España.
- Instituto de Sistemas Optoelectrónicos y Microtecnología (ISOM). UPM. España
- Grupo de Óptica Física y Haces Láser de la Universidad Complutense de Madrid. España.
- Grupo de Materiales Láser y Electroactivos del ICMM. Madrid. España.
- Grupo de Optoelectrónica y Tecnología Láser de la Universidad Carlos III de Madrid. España.
- Institute of Optoelectronics. Military University of Technology. Varsovia. Polonia.
- Institute of Laser Engineering. Osaka Univ. Japón
- Cooperation Laser Franco-Allemande (CLFA). Paris. Francia.
- Dept. de Mécanique. Univ. de la Méditerranée. Marsella. Francia.

- Dept. of Mechanical Engineering. Cranfield University. Reino Unido.
- Dept. of Materials Engineering. Open University. Reino Unido.
- Faculty of Mechanical Engineering. Univ. of Ljubljana. Eslovenia.
- Dept. de Engenharia Mecânica e Industrial. Univ. Nova de Lisboa. Portugal.
- Fac. of Material Science and Engineering. Univ. Politehnica of Bucharest. Rumanía.
- Dept. of Manufacturing, Robotic and Welding. Univ. Dunarea de Jos. Galati. Rumanía.
- Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI). Querétaro. México.
- NASA Johnson Space Centre. Houston. EUA.
- Air Force Research Laboratory. Dayton. EUA.
- Airbus Operations GnbH. Hamburg. Alemania.
- EADS IW Centre. Ottobrunn. Alemania.
- Toshiba Nuclear Corporation. Yokohama. Japón.
- Oberösterreicher Laserzentrum. Gmunden. Austria.
- Ingeniería de Maquinas y Desarrollo de Productos.

La mayoría de las colaboraciones anteriores están enmarcadas dentro de proyectos de investigación (nacionales, europeos, financiación privada, etc). A través de dichos proyectos se crean redes, alianzas y sinergias en las que participan los investigadores del Centro Láser y los doctorandos. Gracias a dichas colaboraciones es posible la realización de estancias en diferentes centros (movilidad pre y post doctoral), asistencias a tribunales de tesis doctoral, etc. La intensidad es variable, en el caso de proyectos de investigación depende fundamentalmente de la financiación y de los proyectos de investigación en común. En el caso de la movilidad, depende de la temática de la estancia, de la capacidad de acogida de un determinado grupo en un determinado momento y de la financiación. La asistencia a tesis doctorales es igualmente variable. Todos los puntos anteriores están claramente interconectados.

- **MOVILIDAD:**

En los programas antecesores, en el periodo 2008-2012, se han defendido un total de 8 tesis con Mención Europea o Internacional por haber realizado estancias en centros de investigación extranjeros.

En el periodo 2008-2012 el número de estancias en universidades e instituciones extranjeras realizadas por doctorandos ha sido de 26, lo que supone una media de 5,2 estancias por curso académico. La duración total de las 24 estancias es de 123,5 meses, mientras que la duración media es de 4,75 meses.

Los programas precedentes has disfrutado de ayudas para la movilidad de profesores y estudiantes. Se incluyen las ayudas concedidas tanto a Programas de Doctorado, como a másteres Universitarios:

- DCT2008-00314-P. Ayudas para favorecer la movilidad de profesores en doctorados con mención de calidad. Curso 2008-2009: 11.670,20 €.

- MHE2011-00028. Subvenciones a la movilidad de profesores en programas de doctorado con mención hacia la excelencia. Curso 2011-2012: 14.400,00 €.

- MHE2011-00028. Subvenciones a la movilidad de estudiantes en programas de doctorado con mención hacia la excelencia. Curso 2011-2012: 11.700,00 €.

- MAS2009-00052-P. Subvenciones para las estancias de movilidad de profesores visitantes en másteres oficiales para el curso académico 2009/2010. Master Universitario en Ingeniería Acústica en la Industria y el Transporte 20.307,01 €.

- MAS2009-00265-P. Subvenciones para las estancias de movilidad de profesores visitantes en másteres oficiales para el curso académico 2009/2010. Master Universitario en Tecnología Láser. 2.445,95 €.

- MAS2010-00817-P. Subvenciones para las estancias de movilidad de profesores visitantes en másteres oficiales para el curso académico 2010/2011. Master Universitario en Ingeniería Acústica en la Industria y el Transporte. 11.834,61 €.

- MAS2010-00827-P. Subvenciones para las estancias de movilidad de profesores visitantes en másteres oficiales para el curso académico 2010/2011. Master Universitario en Tecnología Láser. 4.845,95 €.

Los avalistas y profesores del programa tienen una red de contactos en el extranjero muy amplia, fruto de la calidad y cantidad de sus trabajos científicos y de las colaboraciones que se realizan con otros centros de investigación.

Como resultado, tanto de las ayudas de movilidad concedidas y de los recursos económicos disponibles para realizar acciones de internacionalización, se ha disfrutado de la estancia de 28 profesores durante un total de 33 semanas para la impartición de diferentes seminarios en el periodo 2008-12. A las anteriores estancias hay que añadir a 3 investigadores externos a la UPM que durante el periodo 2008-12 han realizado estancias de larga duración sumando un total de 19 meses.

Los avalistas y profesores colaboran con numerosas instituciones extranjeras. Este escenario permite que con frecuencia los estudiantes entren en contacto con profesores e investigadores de otras instituciones extranjeras.

10 Estudiantes procedentes de fuera de España que desarrollan su Doctorado actualmente en este el GIVET-INSIA, procedentes de Azerbaijan, Argentina, China, Colombia, Méjico Rumania y Venezuela.

6 Estudiantes procedentes de fuera de España desarrollan su Doctorado actualmente en el CITEF) procedentes de China, Colombia, Venezuela y Brasil.

10 Estudiantes procedentes de fuera de España desarrollan su Doctorado actualmente en el **Programa de Doctorado en Ingeniería Sísmica: Dinámica de Suelos y Estructuras** procedentes de China, República Dominicana y Estados Unidos.

6 Estudiantes procedentes de fuera de España desarrollan su Doctorado actualmente en el **Centro de Acústica Aplicada y Evaluación No Destructiva (CAEND)**, procedentes de Chile, Ecuador, Colombia e India.

El profesor Ignacio Romero del Equipo de Investigación de la línea de Dinámica Computacional e Ingeniería Sísmica ha realizado en el período 2008-12 una estancia de 12 meses en el Instituto Tecnológico de California, Pasadena (2011).

3 Profesores del **Grupo de Investigación en Ingeniería de Máquinas (GI-IM)** han realizado diferentes estancias en centros internacionales:

El profesor **D. Juan Manuel Muñoz Guijosa** ha realizado las siguientes estancias en el período 2008-12:
- Tokyo Institute of Technology, 2012, 3 meses. Financiación: beca europea competitiva.
- Universidad de Tsinghua (Pekín), 3 semanas. Financiación: beca competitiva de la UPM.

El profesor **D. Javier Echávarri** Otero ha realizado las siguientes estancias en el período 2008-12:
- Laboratorio di Robotica e Meccatronica de la Universidad de Casino

El profesor **D. Andrés Díaz Lantada** ha realizado las siguientes estancias en el período 2008-12:
- Institute of Materials Science and Technology y con el Additive Manufacturing Laboratory de la Technical University of Viena. 2010, 3 meses.

Los siguientes profesores extranjeros han realizado estancias en el **Grupo de Investigación en Ingeniería de Máquinas (GI-IM)**:

- Carlos Ojeda (Universidad de Piura, 9 meses)
- Jorge Alencastre (Universidad Católica de Lima, 6 meses)
- Jorge Rodríguez (Universidad Católica de Lima, 3 meses)
- Enrique Barrantes (Universidad Católica de Lima, 6 meses)
- Miguel Hadzic (Universidad Católica de Lima, 3 meses)

3 Profesores del **Grupo de Investigación en Instrumentación y Acústica aplicada (I2A2)** han realizado diferentes estancias en centros internacionales:

- Guillermo de Arcas Castro:
    - Joint European Torus (JET), UK. 3 meses. 2008.

    - EFDA-JET CSU, Culham, Reino Un. 3 meses. 2008.
- Mariano Ruiz González.
    - Joint European Torus (JET), UK. 1 mes. 2009.
- Juan Manuel López Navarro:
    - Joint European Torus (JET), UK. 4 meses. 2011.

Las principales estancias realizadas por profesores e investigadores del Grupo de Investigación en Ingeniería y Aplicaciones del Láser son:

- Prof. J.L. Ocaña (Military University of Technology, en Polonia (2), Univ. Transylvania de Brasov, Univ. Dunarea de Jos, Univ. Politehnica Bucharest, en Rumanía, Univ. Politécnica de San Petersburgo, en Rusia, Univ. de Osaka, en Japón (2), Univ. Ljubljana, en Eslovenia (3)).
- Prof. D. Iordachescu (Univ. Transylvania de Brasov, Univ. Dunarea de Jos, Univ. Politehnica Bucharest, en Rumanía).
- Prof. C. Molpeceres Univ. Técnica de Munich, Alemania,.
- Dr. R. Casquel (Univ. de Bari, en Italia)
- Sara Lauzurica (Imperial College, en Reino Unido)

Asimismo, se ha recibido en el marco de los programas de doctorado precedentes, la visita de distintos profesores (varios de ellos en repetidas ocasiones) para impartición de seminarios y realización de estancias de investigación. Las más notables son:

Prof. L. Roso (Univ. de Salamanca, España)
Prof. L. Plaja (Univ. de Salamanca, España)
Prof. M. Autric (Univ. de la Méditerranée, Marsella, Francia)
Prof. W. Knapp (CLFA, Paris, Francia)
Prof. H. Fiedorowicz (Military Univ. Technology, Varsovia, Polonia)
Prof. Serbinski (Univ. Gdansk, Polonia)
Dr. B. Majkowska (Univ. Gdansk, Polonia)
Prof. R. Miranda (Univ. Nova de Lisboa, Portugal)
Prof. V. Geanta (Univ. Politehnica Bucharest, Rumanía)
Prof. I. Voiculescu (Univ. Politehnica de Bucharest, Rumanía)
Prof. E. Scutelnicu (Univ. Dunarea de Jos, Rumanía)
Dr. G. Gómez-Rosas (Univ. de Guadalajara, México)
Dr. F. Casillas (Univ. de Guadalajara, México)
Dr. C. Rubio-González (CIDESI, México)

Así como distintos estudiantes para la realización de estancias breves de Doctorado o la realización completa del Programa:

5 procedentes de Rumanía
3 procedentes de Francia
2 procedentes de Mexico
1 Procedente de Alemania
1 procedente de China (R.P)
1 Procedente de Korea

1 Procedente de Pakistán

Se considera que las relaciones con los citados centros de investigación son óptimas de cara al mantenimiento de las estancias ya en marcha y a la puesta en práctica de nuevas estancias en conexión con las Tesis Doctorales en curso de realización.

2. COMPETENCIAS

COMPETENCIAS:

De acuerdo con lo estipulado en el Real Decreto 99/2011, el objetivo de los programas de doctorado es la formación de aquellos investigadores que han de liderar y cooperar en el transvase de conocimientos hacia el bienestar de la sociedad coordinadamente con la incorporación de las principales recomendaciones surgidas de los distintos foros europeos e internacionales. Para ello, todo programa de doctorado debe de garantizar que el doctorando adquiera, al menos, las siguientes competencias:

COMPETENCIAS BÁSICAS

CB01. Comprensión sistemática de un campo de estudio y dominio de las habilidades y métodos de investigación relacionados con dicho campo.

CB02. Capacidad de concebir, diseñar o crear, poner en práctica y adoptar un proceso sustancial de investigación o creación.

CB03. Capacidad para contribuir a la ampliación de las fronteras del conocimiento a través de una investigación original.

CB04. Capacidad de realizar un análisis crítico y de evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas.

CB05. Capacidad de comunicación con la comunidad académica y científica y con la sociedad en general acerca de sus ámbitos de conocimiento en los modos e idiomas de uso habitual en su comunidad científica internacional.

CB06. Capacidad de fomentar, en contextos académicos y profesionales, el avance científico, tecnológico, social, artístico o cultural dentro de una sociedad basada en el conocimiento.

En el mismo Real Decreto, se establece que la obtención del título de Doctor debe proporcionar una alta capacitación profesional en ámbitos diversos, especialmente en aquellos que requieren creatividad e innovación. Al finalizar sus estudios, los doctores egresados habrán adquirido al menos las **capacidades y destrezas personales** para:

CA01. Desenvolverse en contextos en los que hay poca información específica.

CA02. Encontrar las preguntas claves que hay que responder para resolver un problema complejo.

CA03. Diseñar, crear, desarrollar y emprender proyectos novedosos e innovadores en su ámbito de conocimiento.

CA04. Trabajar tanto en equipo como de manera autónoma en un contexto internacional o multidisciplinar.

CA05. Integrar conocimientos, enfrentarse a la complejidad y formular juicios con información limitada.

CA06. La crítica y defensa intelectual de soluciones.

De acuerdo a estos requisitos del RD 99/2011 se establecen las competencias del programa de doctorado en ingeniería mecánica

3. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES

3.1.- INFORMACIÓN PREVIA A LA MATRÍCULA EN LA UPM

La información sobre los estudios de doctorado, tanto de carácter general, como la específica del programa, estará accesible de modo permanente, especialmente en formato electrónico en las páginas y URLs que luego se indican.

De forma particular estará disponible la información de carácter general sobre los estudios de doctorado en España, los requisitos específicos de la Universidad Politécnica de Madrid y todo lo relativo a la estructura y funcionamiento del programa, incluyendo de forma particular los perfiles de ingreso recomendados, los periodos de preinscripción y los procedimientos de selección de los estudiantes.

Toda esta información estará disponible por varias vías que se describen a continuación:

VÍAS Y REQUISITOS DE ACCESO AL PROGRAMA DE DOCTORADO

El RD 99/2011 que regula los estudios de doctorado puede consultársela en la siguiente URL de la web de la UPM:

http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado%20de%20Doctorado%20y%20Postgrado/Negociados%20de%20Doctorado%20y%20Postgrado/Normativas/RD%2099%202011%20BOE-A-2011-2541.pdf

El Consejo de Gobierno de la UPM, en su sesión celebrada el 21 de diciembre de 2011, aprobó el MODELO DE DOCTORADO que regula los estudios de doctorado en la Universidad Politécnica de Madrid, y que supone su adaptación al Real Decreto 99/2011. Este modelo puede consultarse en la siguiente URL:

http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Legislacion%20y%20Normativa/Normativa/Normativa%20Academica/Modelo%20Doctorado_21-12-2011.pdf

De acuerdo con este modelo, los requisitos de acceso al doctorado son los siguientes:

1. Con carácter general, para el acceso a un programa de doctorado será necesario estar en posesión de los títulos oficiales españoles de Grado, o equivalente, y de Máster Universitario.

2. Asimismo podrán acceder quienes se encuentren en alguno de los siguientes supuestos:

1) Estar en posesión de un título universitario oficial español, o de otro país integrante del Espacio Europeo de Educación Superior, que habilite para el acceso a Máster de acuerdo con lo establecido en el artículo 16 del Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre y haber superado un mínimo de 300 créditos ECTS en el conjunto de estudios universitarios oficiales, de los que, al menos 60, habrán de ser de nivel de Máster.

2) Estar en posesión de un título oficial español de Graduado o Graduada, cuya duración, conforme a normas de derecho comunitario, sea de al menos 300 créditos ECTS. Dichos titulados deberán cursar con carácter obligatorio complementos de formación, salvo que el

plan de estudios del correspondiente título de grado incluya créditos de formación en investigación, equivalentes en valor formativo a los créditos en investigación procedentes de estudios de Máster.

3) Los titulados universitarios que, previa obtención de plaza en formación en la correspondiente prueba de acceso a plazas de formación sanitaria especializada, hayan superado con evaluación positiva al menos dos años de formación de un programa para la obtención del título oficial de alguna de las especialidades en Ciencias de la Salud.

4) Estar en posesión de un título obtenido conforme a sistemas educativos extranjeros, sin necesidad de su homologación, previa comprobación por la universidad de que éste acredita un nivel de formación equivalente a la del título oficial español de Máster Universitario y que faculta en el país expedidor del título para el acceso a estudios de doctorado. Esta admisión no implicará, en ningún caso, la homologación del título previo del que esté en posesión el interesado ni su reconocimiento a otros efectos que el del acceso a enseñanzas de Doctorado.

5) Estar en posesión de otro título español de Doctor obtenido conforme a anteriores ordenaciones universitarias.

PERFILES DE INGRESO RECOMENDADOS

Para orientar a los interesados acerca de las características que se consideran idóneas para iniciar los estudios de doctorado, así como impulsar acciones compensadoras ante posibles deficiencias, se informará a los potenciales candidatos de los perfiles tipo de acceso al programa, incluyendo una breve descripción de las competencias, conocimientos previos, lenguas a utilizar en el proceso formativo y el nivel exigido en las mismas, etc. que, en general, se consideran adecuadas para aquellas personas que vayan a comenzar los estudios de doctorado en el Programa.

Competencias generales

• Habilidad para la lectura y comprensión de textos científico – técnicos.

• Buena comunicación oral y escrita.

• Interés por la investigación en el área de Ingeniería Mecánica.

• Capacidad creativa y analítica en la búsqueda de soluciones a problemas concretos.

• Capacidad de observación, iniciativa y disposición al trabajo en equipo.

Conocimientos previos

• Estar en posesión de la formación universitaria que se exige con carácter general para los estudios de doctorado, específicamente orientada en el ámbito de la Ingeniería Mecánica, como son la Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica, Tecnologías Industriales, Ingeniería Energética, Ingeniería de Organización, Ingeniería Aeronáutica, Ingeniería Naval, Ingeniería Electrónica.

• Un nivel de conocimiento equivalente al B2 de lengua inglesa.

OTROS PERFILES DE INGRESO

Se prevén otros perfiles de ingreso con conocimientos previos diferentes a los de los perfiles de ingreso recomendados.

Perfil de ingreso Ingeniería Civil / Ingeniería de la Construcción

Competencias generales

• Habilidad para la lectura y comprensión de textos científico – técnicos.

• Buena comunicación oral y escrita.

• Interés por la investigación en el área de Ingeniería Mecánica.

• Capacidad creativa y analítica en la búsqueda de soluciones a problemas concretos.

• Capacidad de observación, iniciativa y disposición al trabajo en equipo.

Conocimientos previos

• Estar en posesión de la formación universitaria equivalente a nivel de máster universitario en Ingeniería de Civil / Ingeniería de la Construcción

• Un nivel de conocimiento equivalente al B2 de lengua inglesa.

Complementos de formación

- Complementos de formación en diseño de máquinas (3 ECTS)
- Complementos de formación en tecnologías de fabricación (3 ECTS)

Perfil de ingreso Ingeniería de Materiales.

Competencias generales

• Habilidad para la lectura y comprensión de textos científico – técnicos.

• Buena comunicación oral y escrita.

• Interés por la investigación en el área de Ingeniería Mecánica.

• Capacidad creativa y analítica en la búsqueda de soluciones a problemas concretos.

• Capacidad de observación, iniciativa y disposición al trabajo en equipo.

Conocimientos previos

• Estar en posesión de la formación universitaria equivalente a nivel de máster universitario en Ingeniería de Materiales.

• Un nivel de conocimiento equivalente al B2 de lengua inglesa.

Complementos de formación

- Complementos de formación en mecánica de sólidos (3 ECTS)
- Complementos de formación en diseño de máquinas (3 ECTS)
- Complementos de formación en tecnologías de fabricación (3 ECTS)

Perfil de ingreso Ciencias Físicas / Matemáticas.

Competencias generales

• Habilidad para la lectura y comprensión de textos científico – técnicos.

• Buena comunicación oral y escrita.

• Interés por la investigación en el área de Ingeniería Mecánica.

• Capacidad creativa y analítica en la búsqueda de soluciones a problemas concretos.

• Capacidad de observación, iniciativa y disposición al trabajo en equipo.

Conocimientos previos

• Estar en posesión de la formación universitaria equivalente a nivel de máster universitario en Ciencias Físicas / Matemáticas

• Un nivel de conocimiento equivalente al B2 de lengua inglesa.

Complementos de formación

- Complementos de formación en mecánica de sólidos (3 ECTS)
- Complementos de formación en diseño de máquinas (3 ECTS)
- Complementos de formación en tecnologías de fabricación (3 ECTS)

Perfil de ingreso Ciencias Químicas / Biología / Ingeniería Agronómica / Ingeniería de Montes.

Competencias generales

• Habilidad para la lectura y comprensión de textos científico – técnicos.

• Buena comunicación oral y escrita.

• Interés por la investigación en el área de Ingeniería Mecánica.

• Capacidad creativa y analítica en la búsqueda de soluciones a problemas concretos.

• Capacidad de observación, iniciativa y disposición al trabajo en equipo.

Conocimientos previos

• Estar en posesión de la formación universitaria equivalente a nivel de máster universitario en Ciencias Químicas / Biología

• Un nivel de conocimiento equivalente al B2 de lengua inglesa.

Complementos de formación

- Complementos de formación en mecánica de sólidos (3 ECTS)
- Complementos de formación en diseño de máquinas (3 ECTS)
- Complementos de formación en tecnologías de fabricación (3 ECTS)

CANALES DE DIFUSIÓN

Se incluyen a continuación los canales de difusión que se emplearán para informar a los potenciales estudiantes sobre el programa de doctorado y sobre el proceso de matriculación.

Difusión en la web.

La Universidad Politécnica de Madrid dispone de una dirección URL habilitada para acceder a toda la información general de sus programas oficiales de doctorado, de modo que el potencial doctorando no tenga que desplazarse:

http://www.upm.es/institucional/Estudiantes/Estudios_Titulaciones/Estudios_Doctorado

En esta página, el alumno puede encontrar la oferta de programas oficiales de doctorado de la Universidad Politécnica de Madrid (pudiéndose realizar búsquedas según diversos criterios), incluyéndose la información (y presentación) correspondiente al Doctorado en XXX. El potencial doctorando puede acceder, desde esta misma dirección URL, a la información sobre el proceso de admisión (incluyendo un enlace para realizar la solicitud telemática, información sobre documentación requerida, modo de notificación del resultado del proceso de admisión, etc.), proceso de matrícula y calendario.

Asimismo, en la dirección URL:

http://www.upm.es/institucional/Estudiantes

la Universidad Politécnica de Madrid suministra información sobre:

- La vida académica general (convalidaciones, calendario académico, oferta de asignaturas, convenios con otras instituciones y universidades). - Becas y ayudas. - Movilidad y programas de intercambio dentro de programas nacionales e internacionales. - Empleo y prácticas. - Atención al alumno - Cursos de verano. - Asociaciones de estudiantes. - Actividades

deportivas. - Servicios en red. - Biblioteca universitaria. - Defensor universitario. - Servicios en red. - Etcétera.

La Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales informa en su página web de todos los programas de doctorado que se imparten en la Escuela en la siguiente URL:

http://www.etsii.upm.es/estudios/doctorado/index.htm

La web de la UPM contiene amplia información sobre sus actividades de investigación, de forma particular en su Observatorio de I+D+i. (http://www.upm.es/observatorio/vi/index.jsp) los potenciales candidatos al programa pueden encontrar todo tipo de información sobre actividades realizadas (tesis doctorales, proyectos de investigación, publicaciones científicas, patentes, registros de software, etc.) en las líneas de investigación del programa.

El programa dispone de su propia página web (en estos momentos se encuentra en proceso de adaptación al nuevo diseño del programa y del proceso de verificación. No obstante puede encontrarse esta información sin actualizar de los programas previos de los que proviene en las siguientes URLs:

http://138.100.47.47/doctoradoacustica

http://www.dimf.etsii.upm.es/index.php?option=com_content&view=article&id=36&Itemid=38

http://www.etsii.upm.es/dmeci/postgrado/

http://www.upmlaser.upm.es/posgrado/Doctorado_Inicio.htm

Difusión electrónica.

La Comisión Académica del programa establecerá cada año un plan para la difusión electrónica del programa mediante e-mail. Se supervisarán los materiales a enviar, así como las listas distribución en cada curso académico. Toda la información se distribuirá al menos en español y en inglés. Se emplearán listas de distribución en el ámbito universitario en todo el mundo.

Difusión en ferias y salones del estudiante.

La UPM participa en numerosas ferias y salones del estudiante en todo el mundo. Generalmente estas ferias prestan mucha atención a los programas de posgrado y de forma muy particular a los de doctorado. La UPM dispone de folletos y carteles para todos los programas de doctorado siendo uno de los canales de información que demanda muchas expresiones de interés por parte de los estudiantes de todo el mundo.

El Programa continuará apoyando esta política general de la UPM colaborando activamente en la elaboración de los materiales necesarios para la difusión de los estudios de doctorado.

Difusión del Programa de Doctorado en Conferencias y Seminarios.

Con frecuencia los profesores del programa tienen oportunidad de presentar el programa en conferencias internacionales, reuniones y seminarios en todo el mundo. El Programa de

Doctorado continuará apoyando esta política poniendo a disposición de los profesores participantes presentaciones estándar, folletos y materiales de difusión que faciliten esta actividad y permitan transmitir una información homogénea en todas estas iniciativas.

3.2.- REQUISITOS DE ACCESO Y CRITERIOS DE ADMISIÓN

REQUISITOS DE ACCESO:

Se establecen como requisitos de acceso los de carácter general del artículo 6 del RD 99/2011 y que se indican a continuación:

1. Con carácter general, para el acceso a un programa de doctorado será necesario estar en posesión de los títulos oficiales españoles de Grado, o equivalente, y de Máster Universitario.

2. Asimismo podrán acceder quienes se encuentren en alguno de los siguientes supuestos:

1) Estar en posesión de un título universitario oficial español, o de otro país integrante del Espacio Europeo de Educación Superior, que habilite para el acceso a Máster de acuerdo con lo establecido en el artículo 16 del Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre y haber superado un mínimo de 300 créditos ECTS en el conjunto de estudios universitarios oficiales, de los que, al menos 60, habrán de ser de nivel de Máster.

2) Estar en posesión de un título oficial español de Graduado o Graduada, cuya duración, conforme a normas de derecho comunitario, sea de al menos 300 créditos ECTS. Dichos titulados deberán cursar con carácter obligatorio complementos de formación, salvo que el plan de estudios del correspondiente título de grado incluya créditos de formación en investigación, equivalentes en valor formativo a los créditos en investigación procedentes de estudios de Máster.

3) Los titulados universitarios que, previa obtención de plaza en formación en la correspondiente prueba de acceso a plazas de formación sanitaria especializada, hayan superado con evaluación positiva al menos dos años de formación de un programa para la obtención del título oficial de alguna de las especialidades en Ciencias de la Salud.

4) Estar en posesión de un título obtenido conforme a sistemas educativos extranjeros, sin necesidad de su homologación, previa comprobación por la universidad de que éste acredita un nivel de formación equivalente a la del título oficial español de Máster Universitario y que faculta en el país expedidor del título para el acceso a estudios de doctorado. Esta admisión no implicará, en ningún caso, la homologación del título previo del que esté en posesión el interesado ni su reconocimiento a otros efectos que el del acceso a enseñanzas de Doctorado.

5) Estar en posesión de otro título español de Doctor obtenido conforme a anteriores ordenaciones universitarias.

CRITERIOS DE ADMISIÓN

Una vez verificado que se cumplen los requisitos de acceso, la Comisión Académica del Programa de Doctorado (cuya composición y funciones se indican más adelante) se ocupará de realizar la selección y admisión de alumnos, de acuerdo al cupo establecido y a determinados criterios asociados al Programa de Doctorado.

Con carácter general la admisión de los estudiantes será considerada de forma individual, habida cuenta de la muy variada procedencia de los candidatos. Se tendrá en cuenta especialmente su historial académico, pudiendo ser necesaria una entrevista personal, bien presencial, bien mediante cualquiera de los sistemas comerciales de teleconferencia (S*kype* o similares).

La Comisión Académica valorará la adecuación de los candidatos a los perfiles tipo de ingreso definidos.

CRITERIOS DE ADMISIÓN PARA LOS PERFILES RECOMENDADOS:

Los criterios de admisión de los estudiantes de los **perfiles recomendados** en los que se basará la CAPD serán los siguientes y la valoración se realizará sobre un total de 100 puntos de acuerdo con:

- Experiencia profesional o investigadora previa: 10%
- Acreditación de lengua inglesa superior al nivel B2: 10%
- Historial académico del candidato: 70%, subdividido en:
    - Nota media (70%)
    - Otros méritos (30%)
- Entrevista personal: 5%.
- Cartas de motivación y recomendación: 5%.

• Historial académico del candidato: Se evaluará el expediente académico del Máster que sirva como vía de acceso al Programa de Doctorado (70%). Los criterios a tener en cuenta serán:

- Nota media conforme al sistema de valoración de 1 a 4 ponderado por el número de créditos cursados en cada materia. (70% de la valoración final en el apartado historial académico).
- Otros méritos aportados por el candidato como pueden ser la asistencia a seminarios de investigación, participación activa en congresos, publicaciones en revistas, participación en actividades de investigación, etc. (30% de la valoración final en el apartado historial académico).

• Se valorará la experiencia profesional e investigadora (10%), especialmente en actividades relacionadas con las áreas de especialización del Programa de Doctorado.

• Se valorará la acreditación que certifique conocimientos suficientes de lengua inglesa, superior al nivel B2 (10%), requisito para ser admitido en el programa.

• Se valorará la carta de motivación que se exige a los candidatos mostrando su interés por cursar el Programa de Doctorado, y la temática específica razonada en la que le gustaría investigar en caso de ser admitido (5%). Los criterios de valoración de la carta de motivación serán: que hable de sus capacidades, habilidades y competencias personales, que demuestre una actitud positiva y ganas de realizar el doctorado, debe tener iniciativa y motivación para buscar la calidad y la excelencia en su trabajo, respeto por la ética profesional y la integridad intelectual, también se tendrán en cuenta los aspectos formales de redacción y lenguaje empleado.

• Se valorará la entrevista en persona u on-line que los candidatos podrán tener con miembros de la Comisión Académica del Programa de Doctorado (5%).

La entrevista servirá para:

- Orientar al candidato y resolver las dudas que plantee.
- Resolver las dudas en aquellos aspectos que no hayan quedado claros a la CAPD una vez analizada la información aportada por el candidato.
- Recopilar información sobre los intereses de investigación del candidato con el fin de asignarle el tutor más adecuado en caso de ser aceptado.

CRITERIOS DE ADMISIÓN PARA OTROS PERFILES DE INGRESO:

Para los **otros perfiles de ingreso** (definidos en el punto 3.1) se aplicarán los mismos criterios de admisión multiplicados por un factor 0,9 sobre la puntuación total obtenida.

Para los estudiantes con necesidades educativas especiales, se establecerán sistemas y servicios de apoyo y asesoramiento adecuados, que podrán determinar la necesidad de posibles adaptaciones curriculares, itinerarios o estudios alternativos. Todo ello se realizará coordinado con la Oficina para la Atención e Integración de Personas con Discapacidad de la UPM:

Oficina de atención e integración para las personas con discapacidad
Vicerrectorado de Alumnos UPM. Telf: 91 336 36 53/ 60 68

http://www.upm.es/portal/site/institucional/menuitem.fa77d63875fa4490b99bfa04dffb46a8/?vgnextoid=bc3bb161b5493210VgnVCM10000009c7648aRCRD

En caso de ser admitidos, los estudiantes pueden encontrar en la página web de la UPM, (http://www.upm.es/institucional/FuturosEstudiantes/Estudios_Titulaciones/EstudiosOficialesDoctorado/Tesis/ElaboracionTesis), el procedimiento de matriculación en el Programa de Doctorado para estudiantes españoles, comunitarios y no comunitarios, así como los plazos de permanencia para cada tipo de alumno de doctorado de la UPM.

Los aspirantes no admitidos podrán presentar una reclamación en el plazo y forma establecidos en cada convocatoria. Una vez finalizado el plazo de reclamaciones y resueltas éstas, se remitirá la relación de alumnos, finalmente admitidos, al órgano de gestión de alumnos correspondiente, a efectos de poder formalizar su matrícula en el plazo que se señale. De no formalizar su matrícula, el solicitante decaerá en sus derechos.

3.3.- ESTUDIANTES

El título está vinculado a los anteriores títulos previos:

- Programa Oficial de Doctorado en Ingeniería Acústica. *Programa con Mención hacia la Excelencia del Min. Educación (MEE2011-624)*
- Programa Oficial de Doctorado en Ingeniería Mecánica
- Programa Oficial de Doctorado en Ingeniería Sísmica: Dinámica de Suelos y Estructuras
- Programa Oficial de Doctorado en Tecnología Láser

Los datos de evolución del alumnado en los títulos previos (Programas de Doctorado verificados por el RD 1393/2007) son los que a continuación se presentan:

Programa de Doctorado	**05-06**	**06-07**	**07-08**	**08-09**	**09-10**	**10-11**	**11-12**	**12-13**
Ingeniería Acústica	15	15	13	20	24	21	20	26
Ingeniería Mecánica	44	38	14	46	60	48	47	44
Ingeniería Sísmica: Dinámica de Suelos y Estructuras	9	9	2	4	5	3	9	18
Tecnología Láser	15	9	1	6	6	4	7	9
TOTAL	83	71	30	76	95	76	83	97

Los datos de procedencia del alumnado han sido calculados en base a los Programas de Doctorado en Ingeniería Mecánica e Ingeniería Acústica, verificados por el RD 1393/2007, siendo los siguientes:

Alumnos españoles: 55%

Alumnos extranjeros: 45%

3.4.- COMPLEMENTOS DE FORMACIÓN

Los estudiantes que cumplan con los **perfiles de ingreso recomendados** no necesitarán cursar complementos de formación.

Todos aquellos estudiantes que provengan de **otros perfiles de ingreso** tendrán los complementos formativos que a continuación se detallan, en función de su perfil de ingreso:

- Complementos de formación en mecánica de sólidos (3 ECTS)
- Complementos de formación en diseño de máquinas (3 ECTS)
- Complementos de formación en tecnologías de fabricación (3 ECTS)

A continuación se detallan los complementos de formación para cada uno de los perfiles de ingreso distintos a los recomendados:

Perfil de ingreso Ingeniería Civil / Ingeniería de la Construcción

Complementos de formación en diseño de máquinas (3 ECTS)

Contenido

Conceptos básicos de mecanismos, elementos de máquinas y transmisiones mecánicas.

Actividades formativas

Curso de teoría de máquinas

Resultados de aprendizaje

El estudiante será capaz de seleccionar y diseñar elementos de máquinas y analizar el funcionamiento cinemático y dinámico de un mecanismo.

Sistema de evaluación

Se realizará una prueba escrita de los contenidos del curso y se realizara un trabajo práctico de curso de resolución de un problema estructural

Complementos de formación en tecnologías de fabricación (3 ECTS)

Contenido

Procesos de fabricación y cálculo de tiempos y costes de producción.

Actividades formativas

Curso de Fabricación

Resultados de aprendizaje

El estudiante podrá diseñar procesos de fabricación, seleccionar equipos y herramientas y calcular tiempos y coste de fabricación.

Sistema de evaluación

Se realizará una prueba escrita de los contenidos del curso y se realizara un trabajo práctico de curso de diseño de un proceso de fabricación de un componente

Perfil de ingreso Ingeniería de Materiales.

Complementos de formación en mecánica de sólidos (3 ECTS)

Contenido

Descripción del modelo deformable, tensiones y deformaciones y cálculo de vigas.

Actividades formativas

Curso de resistencia de materiales

Resultados de aprendizaje

El estudiante será capaz de modelar sólidos reales como sólidos prismáticos, analizar el comportamiento de un sólido prismático y su capacidad para resistir solicitaciones y conocer las técnicas experimentales básicas de ensayos mecánicos.

Sistema de evaluación

Se realizará una prueba escrita de los contenidos del curso y se realizara un trabajo práctico de curso de resolución de un problema estructural

Complementos de formación en diseño de máquinas (3 ECTS)

Contenido

Conceptos básicos de mecanismos, elementos de máquinas y transmisiones mecánicas.

Actividades formativas

Curso de teoría de máquinas

Resultados de aprendizaje

El estudiante será capaz de seleccionar y diseñar elementos de máquinas y analizar el funcionamiento cinemático y dinámico de un mecanismo.

Sistema de evaluación

Se realizará una prueba escrita de los contenidos del curso y se realizara un trabajo práctico de curso de resolución de un problema estructural

Complementos de formación en tecnologías de fabricación (3 ECTS)

Contenido

Procesos de fabricación y cálculo de tiempos y costes de producción.

Actividades formativas

Curso de Fabricación

Resultados de aprendizaje

El estudiante podrá diseñar procesos de fabricación, seleccionar equipos y herramientas y calcular tiempos y coste de fabricación.

Sistema de evaluación

Se realizará una prueba escrita de los contenidos del curso y se realizara un trabajo práctico de curso de diseño de un proceso de fabricación de un componente

Perfil de ingreso Ciencias Físicas / Matemáticas.

Complementos de formación en mecánica de sólidos (3 ECTS)

Contenido

Descripción del modelo deformable, tensiones y deformaciones y cálculo de vigas.

Actividades formativas

Curso de resistencia de materiales

Resultados de aprendizaje

El estudiante será capaz de modelar sólidos reales como sólidos prismáticos, analizar el comportamiento de un sólido prismático y su capacidad para resistir solicitaciones y conocer las técnicas experimentales básicas de ensayos mecánicos.

Sistema de evaluación

Se realizará una prueba escrita de los contenidos del curso y se realizara un trabajo práctico de curso de resolución de un problema estructural

Complementos de formación en diseño de máquinas (3 ECTS)

Contenido

Conceptos básicos de mecanismos, elementos de máquinas y transmisiones mecánicas.

Actividades formativas

Curso de teoría de máquinas

Resultados de aprendizaje

El estudiante será capaz de seleccionar y diseñar elementos de máquinas y analizar el funcionamiento cinemático y dinámico de un mecanismo.

Sistema de evaluación

Se realizará una prueba escrita de los contenidos del curso y se realizara un trabajo práctico de curso de resolución de un problema estructural

Complementos de formación en tecnologías de fabricación (3 ECTS)

Contenido

Procesos de fabricación y cálculo de tiempos y costes de producción.

Actividades formativas

Curso de Fabricación

Resultados de aprendizaje

El estudiante podrá diseñar procesos de fabricación, seleccionar equipos y herramientas y calcular tiempos y coste de fabricación.

Sistema de evaluación

Se realizará una prueba escrita de los contenidos del curso y se realizara un trabajo práctico de curso de diseño de un proceso de fabricación de un componente

Perfil de ingreso Ciencias Químicas / Biología / Ingeniería Agronómica / Ingeniería de Montes.

Complementos de formación en mecánica de sólidos (3 ECTS)

Contenido

Descripción del modelo deformable, tensiones y deformaciones y cálculo de vigas.

Actividades formativas

Curso de resistencia de materiales

Resultados de aprendizaje

El estudiante será capaz de modelar sólidos reales como sólidos prismáticos, analizar el comportamiento de un sólido prismático y su capacidad para resistir solicitaciones y conocer las técnicas experimentales básicas de ensayos mecánicos.

Sistema de evaluación

Se realizará una prueba escrita de los contenidos del curso y se realizara un trabajo práctico de curso de resolución de un problema estructural

Complementos de formación en diseño de máquinas (3 ECTS)

Contenido

Conceptos básicos de mecanismos, elementos de máquinas y transmisiones mecánicas.

Actividades formativas

Curso de teoría de máquinas

Resultados de aprendizaje

El estudiante será capaz de seleccionar y diseñar elementos de máquinas y analizar el funcionamiento cinemático y dinámico de un mecanismo.

Sistema de evaluación

Se realizará una prueba escrita de los contenidos del curso y se realizara un trabajo práctico de curso de resolución de un problema estructural

Complementos de formación en tecnologías de fabricación (3 ECTS)

Contenido

Procesos de fabricación y cálculo de tiempos y costes de producción.

Actividades formativas

Curso de Fabricación

Resultados de aprendizaje

El estudiante podrá diseñar procesos de fabricación, seleccionar equipos y herramientas y calcular tiempos y coste de fabricación.

Sistema de evaluación

Se realizará una prueba escrita de los contenidos del curso y se realizara un trabajo práctico de curso de diseño de un proceso de fabricación de un componente

4. ACTIVIDADES FORMATIVAS

A continuación se enumeran las posibles actividades formativas para el Programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica, organizadas en actividades formativas transversales (comunes para varios programas) y específicas del Programa de Doctorado.

- **Transversales:**
  - **Actividad 1: Seminario de información y documentación científica.**
  - **Actividad 2: Seminario de gestión de la I+D+i**
- **Específicas del programa de doctorado:**
  - **Actividad 3: Colaboración en proyectos de I+D+i en el campo de la Ingeniería Mecánica. Integración en un equipo de investigación.**
  - **Actividad 4: Estancias de investigación en centros extranjeros con emisión de informe final.**
  - **Actividad 5: Asistencia a seminarios de investigación.**
  - **Actividad 6: Presentación de seminarios a cargo de doctorandos. Realización de jornadas de presentación de resultados anuales: Elaboración y exposición del Informe Anual (Plan de Investigación) del doctorando.**
  - **Actividad 7: Participación en congresos.**
  - **Actividad 8: Publicación y difusión de los resultados de investigación.**

Las actividades formativas se impartirán en horario de tarde con la finalidad de que aquellos alumnos que siguen sus estudios de doctorado a tiempo parcial, tengan oportunidad de recibir dicha formación.

Para el diseño de las actividades formativas se ha tomado como referencia que la dedicación del doctorando a tiempo completo debería ser entorno a las 1.600 horas anuales. La duración máxima de los estudios de doctorado definidos en el RD 99/2011 es de 3 años, por lo que se estima que la duración del periodo de investigación debería suponer alrededor de 4.800 horas, incluido el acto de defensa de la tesis doctoral, lo que supone una dedicación anual en torno a las 1600 horas. En el caso de estudios a tiempo parcial, se permite una duración de 5 años, por lo que las 4.800 horas de dedicación se repartirían en 5 años, resultando una dedicación anual de 960 horas.

Si consideramos que las tareas de investigación (diseño de la investigación, experimentación / toma de muestras / ensayos, análisis de resultados, conclusiones y redacción de tesis doctoral (entre otras)) suponen un total de 3800 horas de dedicación de las 4800 horas previstas (79,2%), el resto de las tareas implicarán una dedicación de 1000 horas (20,8%) distribuyéndose en una serie de actividades formativas.

A continuación se indica para cada actividad formativa, los siguientes campos: Nº de actividad, título de la activada, duración prevista y porcentaje de dedicación sobre el total del periodo de investigación, justificación, descripción del contenido, planificación temporal, resultados de aprendizajes (en términos de competencias), lengua utilizada, otras aclaraciones, detalles de procedimientos de control y actuaciones de movilidad

Nº Actividad: 1
Título de la actividad: Seminario de información y documentación científica
Tipo: Transversal
Duración: Del alumno: 30 horas (0,625 % del periodo de investigación).
Justificación: Se trata de una actividad transversal de gran interés en la formación de los futuros doctores para la búsqueda de información científica y para la correcta citación de bibliografía científica. Los objetivos son:
- Presentar a los alumnos que empiezan el doctorado a los aspectos esenciales de la investigación, metodologías, formas de difusión de sus resultados, y todos aquellos aspectos considerados de interés para que puedan iniciar eficazmente la elaboración de su tesis.
- Dotar a los alumnos de los conocimientos necesarios sobre cómo escribir un documento científico, tanto para su presentación en congresos, como en revistas científicas.
- Dotar a los alumnos de los conocimientos necesario sobre difusión de los resultados: patentes, participación en congresos, publicación en revistas
Descripción del contenido: Mostrar las diferentes herramientas para la búsqueda de información científica en diferentes bases de datos, revistas especializas, buscadores especializados de patentes e información científica. Igualmente se mostrarán las principales
Planificación temporal: Anual, al principio del curso, para alumnos de nuevo ingreso.
Carácter: Obligatoria.
Lengua: Español y/o Inglés.
Otras aclaraciones: Este tipo de seminario se impartirá en horario de tarde con la finalidad de que aquellos alumnos que siguen sus estudios de doctorado a tiempo parcial, tengan oportunidad de recibir dicha formación.
Detalles de procedimientos de control: En los informes anuales realizados por cada alumno se detallará el progreso de dichas actividades y la comisión académica verificará su correcto desarrollo. Estas actividades se recomiendan para los primeros años de realización de la tesis doctoral. Se deberá incluir una reseña a esta actividad en el Informe Anual (Plan de Investigación) del doctorando, con la finalidad de que el director avale su aprovechamiento y la CAPD pueda valorar la aportación de dicha actividad sobre la trayectoria del doctorando.
Actuaciones de movilidad: No es aplicable en esta actividad, ya que se realizan dentro de la propia Universidad.

Nº Actividad: 2
Título de la actividad: Seminario de gestión de la I+D+i
Tipo: Transversal.
Duración: Del alumno: 30 horas (0,625 % del periodo de investigación).
Justificación: Se trata de una actividad transversal de gran interés en la formación de los futuros doctores para la gestión de la I+D+i.
- Presentar a los alumnos que empiezan el doctorado a los aspectos esenciales de la gestión de la I+D+i, metodologías, modelos y sistemas de la gestión la I+D+i, responsabilidades, gestión de los recursos, tipos de actividades de I+D+i, vigilancia tecnológica, etc.
- Dotar a los alumnos de los conocimientos necesarios sobre los mecanismos de financiación de la investigación y transferencia de la tecnología, teniendo en cuenta la legislación vigente sobre protección de los datos en la realización de la investigación y la protección legal de los resultados.
Descripción del contenido: Sistemas de la gestión la I+D+i (normas UNE 166000), Sistema Nacional de I+D+I, La I+D+i en la UE, Redes internacionales de I+D+i.
Planificación temporal: Anual, al principio del curso, para alumnos de nuevo ingreso.
Carácter: Obligatoria.
Lengua: Español y/o Inglés.
Otras aclaraciones: Este tipo de seminario se impartirá en horario de tarde con la finalidad de que aquellos alumnos que siguen sus estudios de doctorado a tiempo parcial, tengan oportunidad de recibir dicha formación.
Detalles de procedimientos de control: En los informes anuales realizados por cada alumno se detallará el progreso de dichas actividades y la comisión académica verificará su correcto desarrollo. Estas actividades se recomiendan para los primeros años de realización de la tesis doctoral. Se deberá incluir una reseña a esta actividad en el Informe Anual (Plan de Investigación) del doctorando, con la finalidad de que el director avale su aprovechamiento y la CAPD pueda valorar la aportación de dicha actividad sobre la trayectoria del doctorando.
Actuaciones de movilidad: No es aplicable en esta actividad, ya que se realizan dentro de la propia Universidad.

Nº Actividad: 3

Título de la actividad: **Colaboración en proyectos de I+D+i en el campo de la Ingeniería Mecánica. Integración en un equipo de investigación.**

Tipo: Específica del programa de doctorado

Duración: Del alumno: 200 horas (4,2 % del periodo de investigación).

Justificación: Esta actividad está ligada a la transferencia de tecnología. Durante un corto periodo de tiempo (200 horas) los alumnos del programa de doctorado se involucrarán en proyectos de I+D financiados por empresas / instituciones.

Descripción del contenido: Colaboración en los proyectos de I+D+i que realizan los Centros, Institutos o Grupos de investigación participantes en el programa durante un corto periodo de tiempo estimado en 200 horas.

Planificación temporal: en cualquier momento a lo largo del periodo de investigación. Preferentemente al finalizar el primer año académico o al inicio del segundo.

Carácter: Obligatoria.

Lengua: Español y/o Inglés.

Otras aclaraciones: En el caso de un alumno a tiempo parcial, se deberá buscar una solución para realizar la colaboración que sea compatible con el horario del puesto de trabajo del doctorando. De esta forma, la colaboración podrá alargarse algo más en el tiempo en comparación con un alumno a tiempo completo.

Detalles de procedimientos de control: Los profesores del programa son los encargados de la involucración de los doctorandos en proyectos de I+D financiados por empresas / instituciones. Al finalizar la colaboración deberán realizar un breve informe y una presentación de los resultados y conocimientos adquiridos. Dicho informe se deberá incluir en el Informe Anual (Plan de Investigación) del doctorando, con la finalidad de que el director avale su aprovechamiento y la CAPD pueda valorar la aportación de dicha actividad sobre la trayectoria del doctorando.

Actuaciones de movilidad: No es aplicable en esta actividad, ya que se realizan dentro de la propia Universidad.

Nº Actividad: 4

Título de la actividad: **Estancias de investigación en centros extranjeros con emisión de informe final**

Tipo: Específica del programa de doctorado

Duración: Mínimo 3 meses (480 horas). (10 % del periodo de investigación).

Justificación: Se considera altamente aconsejable que el alumno de doctorado realice una estancia en un centro de investigación extranjero que sea afín a sus trabajos de investigación. El mayor interés de esta actividad radica en la posibilidad que tiene el alumno de contrastar sus resultados con otros investigadores que les permita obtener una evaluación crítica y constructiva del trabajo en curso. Generalmente estas estancias suelen realizarse en aquellos centros con los que tiene relación el director de tesis. La participación en consorcios y redes europeas suele facilitar la realización de estas estancias. Los profesores del programa de doctorado cuentan con una gran tradición en este tipo de actividades y por tanto se cuenta con numerosas oportunidades para los alumnos.

Descripción del contenido: Estancia de investigación en centros extranjeros para desarrollo de trabajos de investigación, preferentemente en las fases experimental, la fase de análisis y procesado, y la elaboración de conclusiones del periodo de investigación. Se emitirá un informe final para la CAPD.

Planificación temporal: Preferentemente a partir del mediados del segundo curso académico.

Carácter: Optativa.

Lengua: Inglés (u otras lenguas extranjeras).

Otras aclaraciones:

Detalles de procedimientos de control: Esta es una actividad obligatoria para aquellos alumnos que deseen solicitar la 'Mención Internacional', con una duración mínima de 3 meses. Los alumnos a tiempo completo tienen mayores posibilidades para su realización, ya que pueden realizar las estancias durante 3 meses ininterrumpidos (en función de la financiación); mientras que para los alumnos a tiempo parcial se les apoyará para que realicen estas estancias en varios periodos, dependiendo de su disponibilidad. Las estancias en otros centros se programan una vez pasado el ecuador de la tesis, ya que en el caso de realizarse al principio, se considera que el aprovechamiento podría ser menor. Se deberá información detallada sobre esta actividad en el Informe Anual (Plan de Investigación) del doctorando, con la finalidad de que el director avale su aprovechamiento y la CAPD pueda valorar la aportación de dicha actividad sobre la trayectoria del doctorando.

Actuaciones de movilidad: Esta es la principal actividad Se trata de la principal aportación de las actuaciones de movilidad del Programa. La financiación de esta actividad es costosa y las fuentes suelen ser la mismas que las de los congresos, es decir, proyectos de investigación en los que se participan los investigadores, y de los programas de movilidad de la Escuela, la UPM, el CSIC, la Comunidad de Madrid, el Ministerio; en algunos casos, se puede contar con financiación del centro receptor, lo cual facilita significativamente esta actividad.

Nº Actividad: 5
Título de la actividad: Asistencia a seminarios de investigación
Tipo: Específica del programa de doctorado
Duración: Del alumno: 10 horas (0,21 % del periodo de investigación).
Justificación: Se trata de una actividad formativa que engloba todos los seminarios, charlas, jornadas de presentación de resultados, y otros (por ejemplo actividades desarrolladas en la "Semana de la ciencia" o iniciativas similares), que puedan desarrollar cualquiera de los Centros, Institutos o Grupos de investigación participantes en el programa.
Descripción del contenido: Los contenidos podrán ser de diversa índole, siempre orientados a la presentación de resultados de I+D+i.
Planificación temporal: Se podrán realizar en cualquier momento a lo largo del periodo de investigación. Durante los primeros meses del periodo de investigación los doctorandos participarán de forma pasiva (asistencia a los seminarios). Durante la etapa final del periodo de investigación podrán participar de forma activa (organización de las jornadas, como ponentes, etc.)
Carácter: Optativa.
Lengua: Español y/o Inglés.
Otras aclaraciones: Este tipo de seminario se organizarán en horario de tarde con la finalidad de que aquellos alumnos que siguen sus estudios de doctorado a tiempo parcial, tengan oportunidad de recibir dicha formación.
Detalles de procedimientos de control: Los profesores del programa son los encargados de la involucración de los doctorandos en la asistencia / participación de los doctorandos en los seminarios de investigación. Al finalizar la colaboración deberán realizar un breve informe y una presentación de los resultados y conocimientos adquiridos. Se deberá incluir una reseña a esta actividad en el Informe Anual (Plan de Investigación) del doctorando, con la finalidad de que el director avale su aprovechamiento y la CAPD pueda valorar la aportación de dicha actividad sobre la trayectoria del doctorando.
Actuaciones de movilidad: Esta actividad se realiza dentro de la propia Universidad. No obstante, existe la posibilidad de en alguna de las actividades participen expertos extranjeros como ponentes.

Nº Actividad: 6

Título de la actividad: **Presentación de seminarios a cargo de doctorandos. Realización de jornadas de presentación de resultados anuales: Elaboración y exposición del Informe Anual (Plan de Investigación) del doctorando.**

Tipo: Específica del programa de doctorado

Duración: Del alumno: 30 horas (0,625 % del periodo de investigación).

Justificación: Según se define en el artículo 13 del Reglamento de elaboración y evaluación de tesis doctoral de la UPM, "anualmente la Comisión Académica del Programa de Doctorado evaluará el Plan de Investigación y el Documento de Actividades de cada doctorando, junto con los informes que a tal efecto deberán emitir el tutor y el director. La evaluación positiva será requisito indispensable para continuar en el programa". Por dicho motivo, se realizará una jornada donde todos los doctorandos activos del Programa de Doctorado expondrán a todos los miembros del Programa (miembros de la CAPD, directores y codirectores de tesis y doctorandos activos en el programa) sus progresos en las tareas de investigación, así como información de las estancias y actividades formativas realizadas en el último año. Dicha exposición servirá para valorar por parte de la CAPD los progresos del doctorando y emitir la posterior evaluación (positiva o negativa), así como las recomendaciones. Igualmente, se podrán realizar cuando, a criterio de los directores de tesis, se produzcan avances en las tareas de investigación que merezcan ser difundidas dentro del programa, se organizarán seminarios en los que el/ los ponentes será el / los doctorando/s.

Descripción del contenido: Emisión de un informe consistente en el "Plan de Investigación y el Documento de Actividades" del doctorando donde se incluirá información sobre los progresos en las tareas de investigación, así como información de las estancias y actividades formativas realizadas en el último año. Exposición ante los miembros de la CAPD, directores y codirectores de tesis y doctorandos activos en el programa. Se podrán realizar seminarios de difusión de los avances en las tareas de investigación. Se considera que las ponencias deberán se breves (20-30 minutos por doctorando). No obstante se prevé una mayor debido a que las presentaciones deben ser preparadas y ensayadas.

Planificación temporal: Anualmente. La UPM fija un plazo anualmente para la realización del informe anual. La redacción, presentación y exposición del informe anual se realizará con anterioridad al cierre del plazo fijado por la UPM. No obstante, los seminarios se podrán organizar en cualquier momento. Como norma general, los doctorandos que participen como ponentes deberán haber superado el ecuador de su periodo de investigación.

Carácter: Optativa.

Lengua: Español y/o Inglés.

Otras aclaraciones: La exposición del informe anual por parte del doctorando a los todos los miembros del Programa de Doctorado servirá para valorar por parte de la CAPD los progresos del doctorando y emitir la posterior evaluación (positiva o negativa), así como las recomendaciones. Este tipo de actividad formativa se organizará en horario de tarde con la finalidad de que aquellos alumnos que siguen sus estudios de doctorado a tiempo parcial, tengan oportunidad de recibir dicha formación.

Detalles de procedimientos de control: La UPM ha desarrollado un Sistema informático online de Ayuda al Doctorado (SAD) al que se accede de forma personalizada, que será utilizado en el

Programa, el cual automatiza los procedimientos necesarios a implantar para el correcto seguimiento de lo establecido en el RD 99/2011. Anualmente se abre un plazo para que el doctorando suba a una aplicación el informe anual. Dicho informe debe ser informado positivamente por el director / es de tesis. Posteriormente dicho informe se alza a la CAPD, que debe realizar a su ver una evaluación positiva o negativa de informe anual del doctorado, oídas las valoraciones del director / es. Posteriormente la Subdirección de Doctorado del Centro aprueba / desaprueba la valoración de la CAPD. Finalmente la Comisión de Doctorado de la UPM debe ratificar el informe anual del doctorando. La realización de jornadas de presentación de resultados anuales: elaboración y exposición del informe anual, tienen el objetivo de que la CAPD pueda valorar los progresos del doctorando y emitir la posterior evaluación (positiva o negativa), así como para emitir las recomendaciones correspondientes.
Los directores de tesis son los encargados de proponer a la CAPD la organización de los seminarios de avance de resultados de investigación y de involucrar al doctorando. Se deberá incluir en el Informe Anual (Plan de Investigación) del doctorando, un apartado sobre la participación del doctorando en esta actividad formativa con la finalidad de que el director avale su aprovechamiento y la CAPD pueda valorar la aportación de dicha actividad sobre la trayectoria del doctorando.

El procedimiento de control de esta actividad será realizado por el director de la tesis doctoral quien supervisará la elaboración del informe, del plan de trabajo y de la presentación oral.

Adicionalmente, los profesores de la línea de investigación (o investigadores invitados) debatirán con el doctorando y criticarán el desarrollo de su trabajo.

Actuaciones de movilidad: Aunque dicha actividad se realiza dentro de la propia Universidad, si que tiene ciertos elementos que hacen que pueda considerarse como integrada en dentro de las actuaciones de movilidad del Programa. Esta actividad formativa sirve para mostrar a todos los miembros del Programa de Doctorado los progresos en las tareas de investigación, así como información de las estancias y actividades formativas realizadas en el último año. De esta forma, los doctorandos que aun no han realizado estancias serán informados por parte de doctorandos que ya han finalizado sus estancias sobre las actividades desarrolladas en los centros de investigación receptores y de sus detalles, organización, duración, requisitos, etc.

Nº Actividad: 7

Título de la actividad: **Participación en congresos.**
Tipo: Específica del programa de doctorado
Duración: Del alumno: 100 horas (2,1 % del periodo de investigación).
Justificación: Los directores de tesis fomentarán la participación de los alumnos de doctorado en la participación en congresos nacionales y/o internacionales. Se considera que esta actividad es fundamental para su formación como investigadores, ya que les permite conocer los avances que presenta la comunidad científica en su área de trabajo; y además, le ofrece la posibilidad de obtener una rápida realimentación sobre los trabajos que realiza; es decir, en el plazo de unos pocos meses se puede conocer lo que opinan otros expertos sobre los avances de los trabajos que se presentan en dicho evento. Además este tipo de eventos son adecuados para desarrollar las capacidades de diseminación y presentación de los trabajos de investigación, lo cual es de gran relevancia en la formación de los alumnos de doctorado. La participación en reuniones científicas tiene un gran valor como actividad específica para avanzar en el conocimiento en el tema de investigación de la tesis, como actividad transversal en la formación del alumno.
Descripción del contenido: Participación en congresos. Presentación de ponencias por parte del doctorando. Asistenta a las ponencias del resto de ponentes en la/s sesión/es correspondientes.
Planificación temporal: Se realizarán en cualquier momento a lo largo del periodo de investigación. Preferentemente se realizarán a partir de la segunda mitad del primer año.
Carácter: Obligatoria.
Lengua: Español y/o Inglés.
Otras aclaraciones:
Detalles de procedimientos de control: Los directores de tesis son los encargados de proponer de involucrar al doctorando en la participación en congresos. Se deberá incluir en el Informe Anual (Plan de Investigación) del doctorando, un apartado sobre la participación del doctorando en congresos con la finalidad de que el director avale su aprovechamiento y la CAPD pueda valorar la aportación de dicha actividad sobre la trayectoria del doctorando.

El control de esta actividad será realizado por el director de la tesis doctoral quien supervisará la elaboración de las ponencias, los medios para la presentación del mismo, así como la adecuada preparación de la presentación oral pública.

El doctorando deberá presentar un certificado de asistencia al congreso, así como una copia del trabajo presentado en el mismo.

Actuaciones de movilidad: Se trata de la segunda principal aportación de las actuaciones de movilidad del Programa, después de las estancias de investigación. Los directores de tesis promoverán activamente la asistencia de sus alumnos de doctorado a dichos eventos. Hasta la fecha, la financiación de estas actividades se ha obtenido por diferentes vías de financiación. Las principales son los fondos de los proyectos de investigación en los que se participa, y de los programas de movilidad de la Escuela, la UPM, el CSIC, la Comunidad de Madrid, el Ministerio, y otras instituciones que financian estas actividades.

Nº Actividad: 8

Título de la actividad: **Publicación y difusión de los resultados de investigación.**
Tipo: Específica del programa de doctorado
Duración: Del alumno: 200 horas (4,2 % del periodo de investigación).
Justificación: Es una actividad prioritaria para todos los alumnos en la que deben mostrar a la comunidad científica los resultados de sus trabajos de investigación.
D**escripción del contenido**: Redacción y publicación de artículos científicos / patentes.
Planificación temporal: En cualquier momento a lo largo del periodo de investigación. Generalmente esta actividad se desarrollará una vez superado el primer año del periodo de investigación.
Carácter: Obligatoria.
Lengua: Español y/o Inglés.
Otras aclaraciones:

El Modelo de doctorado de la Universidad Politécnica de Madrid, aprobado por el consejo de gobierno en su sesión de 21 de diciembre de 2011 establece en su Artículo 10. Resultados previstos, en lo relativo a Productividad de las tesis lo siguiente: "Para que una tesis doctoral pueda ser admitida a trámite de lectura deberá contar con resultados publicados en revistas de reconocido prestigio en su especialidad e incluidas en el catálogo Journal Citation Reports o equivalentes, o con la existencia de patentes en explotación demostrada mediante contrato de compraventa o contrato de licencia".

Por su parte el Reglamento de elaboración y evaluación de la tesis doctoral de la UPM establece en su Artículo 19. Certificado del avance de resultados de la tesis doctoral, lo siguiente: "Para que una tesis doctoral pueda ser admitida a trámite de defensa deberá contar con resultados publicados en revistas de reconocido prestigio en su especialidad e incluidas en el catálogo Journal Citation Reports o equivalentes, o con la existencia de patentes en explotación demostrada mediante contrato de compraventa o contrato de licencia.

El centro responsable del programa de doctorado deberá certificar que se cumple dicho avance de resultados antes del depósito de la tesis doctoral, informando de forma conveniente a la Comisión de Doctorado de la UPM.

La Comisión de Doctorado de la UPM podrá aprobar una normativa que regule la presentación de la tesis doctoral por compendio de artículos."

En lo que respecta al Programa de Doctorado de Ingeniería Mecánica de la UPM, la CAPD analizará las publicaciones presentadas para ver si la tesis alcanza el nivel de calidad suficiente. Para ello será necesario que el doctorando tenga aceptados en los últimos tres años, al menos dos artículos en revistas con índice de impacto, o bien un artículo y dos ponencias presentadas y publicadas en congresos internacionales, todos ellos sobre algún tema relacionado con la tesis. Si se cumplen los requisitos previstos en el mecanismo de indicios de calidad, la CAPD emitirá el correspondiente informe positivo.

Por todo lo anterior se desprende que la publicación y difusión de los resultados de investigación es una de las cuestiones primordiales para la consecución de los objetivos por parte del doctorando y es necesario formarse para la adquisición de las competencias necesarias para publicar y difundir los resultados de forma eficiente. Debido a lo anterior, se ha diseñado una actividad formativa específica.

El principal objetivo de la investigación desarrollada por el doctorando será el de difundir / transferir los resultados de su investigación. Para ello existen dos principales vías: publicaciones y patentes.

Se considera que una investigación no está concluida hasta que sus resultados no han sido correctamente difundidos a la comunidad científica, y/o protegidos y explotados.

La actividad formativa "Publicación y difusión de los resultados" tratará de mejorar la productividad de difusión de los doctorandos mediante diferentes herramientas como pueden ser entre otras las siguientes:

- Organización de talleres de Scientific writing.
- Recreación de a la actividad editorial de las revistas de forma interna con revisiones por pares por parte del personal investigador y personal investigador en formación antes de enviar un artículo.
- Colaboración en la redacción de artículos de investigación entre el doctorando y el director / codirector de tesis así como el resto de los miembros del equipo de investigación.

Detalles de procedimientos de control: Se deberá incluir en el Informe Anual (Plan de Investigación) del doctorando, un apartado sobre la publicación y difusión de los resultados de investigación con la finalidad de que el director avale su aprovechamiento y la CAPD pueda valorar la aportación de dicha actividad sobre la trayectoria del doctorando.

El control de esta actividad será realizado por el director de la tesis doctoral quien supervisará la elaboración del artículo científico y la interacción con los revisores.

En el proceso de aprobación de la Tesis Doctoral a trámite de lectura, la Comisión Académica del Programa de Doctorado evaluará la correspondencia de estas publicaciones con la temática de la tesis doctoral.

El procedimiento de control mínimo establecido por la UPM para el seguimiento de los doctorandos es el denominado "Informe Anual o Plan de Investigación del doctorando". Se trata de un informe realizado por el doctorando con carácter anual, un informe paralelo por parte del director y codirector y un informe final por parte de la CAPD y CD-UPM.

No obstante existen otros procedimientos de control por parte de los directores y codirectores que se pueden considerar como "no oficiales". Estos procedimientos de control se basan en un seguimiento cercano y detallado, una orientación y una serie de tutorías por parte de los directores hacia el doctorando en todos los aspectos de su etapa investigadora, desde las fases

iniciales de asistencia a seminarios, a las fases finales de redacción de la tesis doctoral, pasado por las fases de movilidad.

Actuaciones de movilidad: Es posible que parte de las tareas de redacción y publicación de artículos científicos / patentes se realicen en el marco de una estancia de investigación en centros extranjeros. En este segundo caso, las actuaciones de movilidad se describen en la actividad formativa nº 7: Estancias de investigación en centros extranjeros.

5. ORGANIZACIÓN DEL PROGRAMA DE DOCTORADO

5.1 SUPERVISIÓN DE TESIS DOCTORALES

Para la supervisión de las tesis doctorales, el Programa de Doctorado propuesto sigue todos los criterios establecidos en el Reglamento de Elaboración y Evaluación de la Tesis Doctoral de la Universidad Politécnica de Madrid (Aprobado por el Consejo de Gobierno en su sesión de 21 de diciembre de 2011). Disponible en el siguiente enlace:

http://www.upm.es/institucional/Estudiantes/Estudios_Titulaciones/Estudios_Doctorado/Tesis/ElaboracionTesis

Además, la UPM ha desarrollado un Sistema informático online de Ayuda al Doctorado (SAD) al que se accede de forma personalizada, que será utilizado en el Programa, el cual automatiza los procedimientos necesarios a implantar para el correcto seguimiento de lo establecido en el RD 99/2011.

Relación de actividades previstas para fomentar la dirección de tesis doctorales:

Las actividades dirigidas a fomentar la dirección de Tesis Doctorales estarán orientadas a dos colectivos: a los potenciales doctorandos y a los potenciales directores de tesis

a) Las orientadas a potenciales doctorandos. Según lo descrito anteriormente en el punto 3, se fomentarán las actividades dirigidas a promocionar la realización de estudios de doctorado a través de la web, la difusión mediante correo electrónico, la inclusión de información sobre el Programa en ferias y salones del estudiante y su difusión en conferencias y seminarios dentro y fuera de España.

Se pondrá especial énfasis entre quienes se encuentren matriculados en el último curso del/los Grado/s en relacionados con el programa y, especialmente, entre aquellos estudiantes que se encuentren realizando el/los Máter/es que se imparten en la UPM. Dentro de la ETSII-UPM se prevé organizar jornadas informativas en las que se expliquen a los alumnos en qué consisten los estudios de Doctorado, cómo se realiza una tesis doctoral o cuál es el valor añadido que puede reportarles.

La actividad de promoción también podría ir dirigida a los diversos profesionales de campos afines al Programa, ajenos a la Universidad, que estén interesados en mejorar e incrementar su formación para aplicar dicha mejora a su actividad profesional. La vía para tal promoción será la organización de jornadas informativas o la difusión por los demás canales en colaboración con diversas empresas del sector.

Finalmente, la actividad de promoción para la captación de estudiantes de doctorado debe proyectarse hacia el ámbito internacional, aprovechando los convenios firmados por los Grupos de Investigación que integran el presente programa con Universidades extranjeras y sirviéndose también de la movilidad de los profesores doctores que forman parte de esos mimos grupos.

***b) Las orientadas a los potenciales directores de tesis*.** Las Jornadas Informativas anteriormente descritas también tratarán de incentivar a los doctores que de alguna forma estén vinculados a las líneas de investigación asociadas al Programa, ya sea individualmente o a través de los Grupos de Investigación. Para este colectivo, la Comisión Académica impulsará

el reconocimiento de la actividad docente necesaria para el desarrollo del Programa, cumpliendo lo que se establezca con carácter general en la UPM. En particular se contemplará como carga lectiva el tiempo que un doctor invierta en la dirección de una tesis doctoral durante su desarrollo.

Todos los profesores que van a participar en el Programa de Doctorado presentan un elevado interés en la dirección de tesis doctorales. En la actualidad la mayoría de los profesores que participan en el Programa han dirigido o están dirigiendo Tesis Doctorales.

Para fomentar la mayor implicación de todos los profesores se ha pensado organizar anualmente una actividad conjunta entre los profesores que en ese momento no estén dirigiendo tesis, o las que estén dirigiendo se encuentren en el último año, y los nuevos alumnos que se hayan incorporado al Programa (especialmente aquellos que tienen asignado tutor, pero no director de tesis) con el fin de poner en común los intereses científicos y de investigación de ambas partes para favorecer las direcciones o codirecciones en su caso. Así mismo se incentivará a los profesores sénior que vayan a dirigir alguna tesis a considerar posibles codirecciones con los más jóvenes, siempre de forma coherente con el proceso de formación del doctorando y con la investigación que se lleve a cabo y bajo la aprobación de dicha codirección por la Comisión de Doctorado de la UPM, que tendrá en cuenta el informe emitido a tal efecto por la Comisión Académica del Programa de Doctorado.

Por otro lado hay que destacar que, en el caso de los profesores de la UPM la labor de dirección de tesis computa en la UPM, como trabajo de docencia (una vez leída) durante 2 horas por semana, 30 semanas al año, 3 años en total, es decir, que por cada tesis dirigida y finalizada al director se le computa 180 horas de docencia. Así mismo esta carga de docencia se reparte con el codirector, en el caso de que exista. Este cómputo ayuda al fomento de la dirección/codirección de tesis doctorales, ya que tanto la dirección de tesis doctorales como las horas de docencia que presenta cada profesor son datos que se ponderarán en las futuras organizaciones administrativas de la UPM.

Modalidad y duración del doctorado

De acuerdo con la normativa de la UPM (artículos 1 y 2 del Reglamento[1]) los estudios de doctorado dentro del Programa se realizarán preferentemente a tiempo completo, si bien, en casos justificados, a petición del centro responsable del programa de doctorado y previa autorización de la Comisión de Doctorado de la UPM, podrán realizarse estudios de doctorado a tiempo parcial y, en caso de ser concedida, la autorización entrará en vigor el semestre siguiente a su autorización. La duración máxima de los estudios de doctorado sigue lo especificado en el RD 99/2011, es decir, 3 años (y posibilidad de prórroga de hasta 2 años más) para tiempo completo, y cinco años (con posible prórroga de hasta 3 años) para tiempo parcial.

En su normativa (artículo 1 del Reglamento[1]), la UPM establece también una duración mínima de un año, tanto para tiempo completo como para tiempo parcial, a contar desde la admisión del doctorando al Programa hasta el depósito de la tesis doctoral, siempre que se cuente con resultados publicados en revistas de reconocido prestigio en su especialidad e incluidas en el catálogo *Journal Citation Reports* o equivalentes, o con la existencia de patentes en explotación demostrada mediante contrato de compraventa o contrato de licencia (artículo 19 del Reglamento[1]).

Guía de buenas prácticas del programa de doctorado

La UPM está actualmente redactando una Guía de buenas prácticas para sus programas de doctorado que será adoptada en este Programa.

Acorde a la normativa de la UPM (artículo 14 del Reglamento[1]), el Centro responsable del programa, es decir, la ETSII, establecerá las funciones de supervisión de los doctorandos mediante un compromiso documental firmado por dicho Centro, el doctorando, su tutor y su director. Este compromiso será rubricado a la mayor brevedad posible después de la admisión y habrá de incluir un procedimiento de resolución de conflictos y contemplar los aspectos relativos a los derechos de propiedad intelectual o industrial que puedan generarse en el ámbito del programa de doctorado. Así mismo se aplicarán los procedimientos de seguimiento de doctorandos basados en la normativa de la UPM y que se detallan en el punto 5.2 más adelante.

Participación de expertos internacionales

Los convenios que los Grupos de investigación integrantes del presente Programa tienen firmados con otros Grupos e Instituciones de Investigación extranjeras servirán como instrumento para canalizar la participación de profesores doctores de otros países en la dirección y evaluación de las tesis. Además se potenciará la participación de profesores doctores extranjeros a través de las asociaciones de universidades a las que la UPM y la ETSII pertenecen, como T.I.M.E. (Top Industrial Managers Europe, https://www.time-association.org/home), u otras que contemplan acuerdos específicos para el intercambio de docentes y alumnos en el ámbito del doctorado.

El codirector de tesis extranjero deberá ser un investigador que cumpla tanto los criterios generales del Modelo de Doctorado de la UPM, como los criterios específicos del Programa. Esta colaboración con doctores extranjeros en las tareas de codirección de tesis permitirá potenciar la dimensión internacional del Programa.

El Programa de Doctorado, llevará a cabo todas las gestiones necesarias para impulsar e incentivar la obtención de la Mención Internacional para las tesis que se lean en el Programa, promoviendo la participación de expertos internacionales en el proceso de revisión del plan de investigación y resultados alcanzados por los doctorandos, en la elaboración de informes previos a la lectura y defensa de la tesis, así como para formar parte de los tribunales que hayan de juzgar las Tesis, pues, de acuerdo con lo prescrito en el art. 15 RD 99/2011, la mención internacional en el título de Doctor requiere que la tesis haya sido informada por un mínimo de dos expertos doctores pertenecientes a alguna institución de educación superior o instituto de investigación no española y que haya formado parte del tribunal evaluador de la tesis al menos un experto doctor perteneciente a alguna institución de educación superior o centro de investigación no español.

5.2 SEGUIMIENTO DEL DOCTORANDO

Los requisitos generales de seguimiento de doctorandos se encuentran en la normativa de la UPM.

Comisión Académica del Programa de Doctorado (CAPD)

Según el Modelo de Doctorado de la UPM (artículo 4) el Programa de Doctorado tendrá una Comisión Académica, presidida por el Coordinador del Programa y compuesta por los profesores de la UPM que participan en el mismo.

La Comisión Académica del Programa de Doctorado estará formada por:

- el Coordinador del Programa que actuará como presidente,
- Un profesor del programa designado por el Coordinador que actuará como Secretario y que deberá tener actividades relevantes en el programa (dirección de tesis, sexenios, etc.),
- dos miembros de cada uno de los equipos de investigación del programa, de los cuales, al menos uno será avalista y el otro tenga los mismos requisitos que el profesor que actúe como secretario,
- Un investigador de cada una de las entidades colaboradoras con el programa de doctorado con las que se hayan firmado acuerdos.

Lo anterior entrará en vigor una vez sea publicado en el BO-UPM con posterioridad al Consejo de Gobierno en el que se apruebe.

Procedimiento para la asignación de Tutor y Director

El Reglamento sobre Tesis Doctoral de la UPM[1] establece que los doctorandos admitidos en un programa de doctorado se matricularán anualmente por el concepto de tutela académica del doctorado (artículo 5). En el momento de su admisión al programa de doctorado, a cada doctorando le será asignado por la CAPD un tutor, doctor y con acreditada experiencia investigadora (artículo 6). Al tutor le corresponderá: a) velar por la interacción del doctorando con la CAPD y con el director de la tesis y b) orientar al doctorando en las actividades formativas y de investigación del Programa.

La Comisión de Doctorado de la UPM, a petición del centro responsable del programa de doctorado, podrá modificar el nombramiento del tutor de un doctorando en cualquier momento del periodo de realización del doctorado, siempre que concurran razones justificadas (artículo 7).

En el plazo máximo de seis meses desde su matriculación, la CAPD asignará a cada doctorando un director de tesis doctoral que podrá ser coincidente o no con el tutor (artículo 8). Dicha asignación podrá recaer sobre cualquier doctor español o extranjero, con experiencia acreditada investigadora, con independencia de la universidad, centro o institución en que preste sus servicios, siempre y cuando cumpla los criterios del programa de doctorado y del Modelo de Doctorado de la UPM. Dicho director pasará a formar parte del profesorado del Programa a todos sus efectos.

Codirección de la tesis doctoral.
Según el artículo 9 del Reglamento de la UPM[1], la tesis podrá ser codirigida por otro doctor, con una experiencia investigadora acreditada similar a la figura de director, anteriormente descrita. La posibilidad de codirección se contemplará siempre y cuando concurran razones de índole académica, como puede ser el caso de la interdisciplinariedad temática o los programas desarrollados en colaboración nacional o internacional.

La CAPD, oído el doctorando y el director de tesis, podrá solicitar al Centro responsable del Programa, la codirección de la tesis, siempre que concurran razones justificadas. El Centro, previa presentación de un informe a la Comisión de Doctorado de la UPM, será el encargado de solicitar dicha codirección. Además, la Comisión de Doctorado de la UPM podrá solicitar los informes adicionales que considere oportunos, y responderá a dicha solicitud en un plazo máximo de 2 meses.

Dicha autorización podrá ser revocada con posterioridad si a juicio de la Comisión de Doctorado de la UPM la codirección no beneficia el desarrollo de la tesis.

Cambio de director
El centro responsable del programa de doctorado, previa presentación de un informe a la Comisión de Doctorado de la UPM, podrá solicitar el cambio de director de tesis, hasta el momento previo al depósito de la misma. La Comisión de Doctorado de la UPM podrá solicitar los informes adicionales que considere oportunos, y responderá a dicha solicitud en un plazo máximo de 2 meses (artículo 10).

La Comisión Académica del Programa de Doctorado, oído el doctorando, podrá modificar el nombramiento del tutor y/o director de tesis de un doctorando en cualquier momento del periodo de realización del doctorado.

Documento de Actividades. Plan de Investigación. Evaluación
Una vez matriculado en el programa, se materializará para cada doctorando un Documento de Actividades personalizado a efectos del registro individualizado de control. En él se inscribirán todas las actividades de interés para el desarrollo del doctorando según regula el Modelo de Doctorado de la UPM (artículo 11 del Reglamento[1]).

Antes de la finalización del primer año, el doctorando elaborará un Plan de Investigación que incluirá, al menos, la metodología a utilizar y los objetivos a alcanzar, así como los medios y la planificación temporal para lograrlo. El Plan de Investigación se podrá mejorar y detallar a lo largo de su estancia en el programa (artículo 12).

Anualmente, la CAPD evaluará el Plan de Investigación y el Documento de Actividades de cada doctorando, junto con los informes que a tal efecto deberán emitir el tutor y el director. La evaluación positiva será requisito indispensable para continuar en el programa. En caso de evaluación negativa, que será debidamente motivada, el doctorando deberá ser de nuevo evaluado en el plazo de seis meses, a cuyo efecto elaborará un nuevo Plan de Investigación. En el supuesto de producirse nueva evaluación negativa, el doctorando causará baja definitiva en el programa (artículo 13).

Previsión de estancias en otros centros
La relación de los estudiantes de doctorado con miembros de otros grupos de investigación es una experiencia muy enriquecedora para su periodo de formación. Permite conocer otras formas de trabajar y puntos de vista alternativos sobre cuestiones técnicas. Los grupos de investigación que participan en este Programa de doctorado tienen un amplio historial de

participación en proyectos europeos, redes de excelencia, asociaciones y congresos técnicos. Estas actividades han permitido establecer relaciones con grupos de investigación muy prominentes, especialmente, en el ámbito europeo e iberoamericano. Gracias a las relaciones existentes, en los últimos 5 años, se han realizado 8 tesis doctorales con Mención Europea.

El Programa de doctorando seguirá promoviendo la internacionalización de las tesis doctorales realizadas en el programa, tratando de incrementar aún más las estancias de los doctorandos en centros extranjeros y el número de tesis realizadas que obtengan la mención Internacional. Para ello, además de la financiación de que pueda disponer gracias a los proyectos de investigación, se compromete a concurrir a las convocatorias públicas de movilidad.

Además de posibilitar que los doctorandos realicen estancias cortas asociadas a proyectos de investigación y a congresos técnicos, se procurarán los medios para estancias más largas que permitan la realización de actividades de investigación más complejas en colaboración. Los directores de tesis y la Comisión fomentarán este tipo de estancias cuando sirvan al estudiante para avanzar en su trabajo de investigación y completar su formación. La financiación se solicitará a la Universidad y administraciones nacionales y autónomas en el marco de convocatorias con este fin. Las becas para la realización del doctorado de estas entidades suelen facilitar la consecución de estas ayudas. Los profesores del Programa serán normalmente los encargados de gestionar este tipo de estancias.

La CAPD complementará esta labor gestionando globalmente los contactos y actividades de los distintos participantes en el programa para conseguir una óptima selección del centro de investigación para alumnos propios y el mejor grupo de investigación, para alumnos externos. Asimismo, coordinará la estancia de éstos para que puedan colaborar con diferentes profesores y mejorar su formación en el periodo de acogida.

Para ello, el Programa de Doctorado cuenta con una amplia red de colaboraciones ya existentes con otros centros de investigación y universidades, tanto nacionales como internacionales, derivadas de su alta participación en programas europeos. En conjunto, a través de los mecanismos descritos, se estima posible asegurar que al menos un 50% de los alumnos que terminan la tesis hayan realizado una estancia de investigación de al menos tres meses en el seno de un grupo de investigación extranjero de reconocido prestigio, de acuerdo con el Modelo de Doctorado de la UPM[2] (artículo 9.2).

5.3 NORMATIVA DE LECTURA DE TESIS

Los requisitos generales para la presentación y lectura de la tesis doctoral son los que establece el Reglamento de la UPM[1], a los que se han añadido algunos requisitos propios de este Programa.

Lengua de redacción y defensa de la tesis doctoral

Las tesis pueden estar redactadas y defendidas preferentemente en español. También podrán redactarse o defenderse en inglés, si bien la Comisión de Doctorado de la UPM puede autorizar, a petición del doctorando, y con la conformidad del centro responsable del programa de doctorado, la redacción y presentación en un idioma diferente si ello está debidamente justificado y razonado. En el supuesto de que la tesis doctoral esté redactada en un idioma diferente de los anteriores, hay que presentar un resumen adicional en español y en inglés (artículo 20).

Predefensa o trámite equivalente

Concluido el trabajo y redactada la versión provisional de la tesis, y con evaluación positiva del último Plan de Investigación presentado, el doctorando lo comunicará a la CAPD, adjuntando un informe del director o directores de la tesis doctoral (artículo 15). El solicitante deberá aportar también todas las publicaciones relacionadas con el tema de la tesis.

Para que una tesis doctoral pueda ser admitida a trámite de defensa deberá contar con resultados aceptados para su publicación en revistas de reconocido prestigio en su especialidad e incluidas en el catálogo *Journal Citation Reports* o equivalentes, o con la existencia de patentes en explotación demostrada mediante contrato de compraventa o contrato de licencia (artículo 19).

La CAPD analizará las publicaciones presentadas para ver si la tesis alcanza el nivel de calidad suficiente. Para ello será necesario que el doctorando tenga aceptados en los últimos tres años, al menos dos artículos en revistas con índice de impacto, o bien un artículo y dos ponencias presentadas y publicadas en congresos internacionales, todos ellos sobre algún tema relacionado con la tesis. Si se cumplen los requisitos previstos en el mecanismo de indicios de calidad, la CAPD emitirá el correspondiente informe positivo.

El centro responsable del programa de doctorado deberá certificar que se cumple dicho avance de resultados antes del depósito de la tesis doctoral, informando de forma conveniente a la Comisión de Doctorado de la UPM. La Comisión de Doctorado de la UPM podrá aprobar una normativa que regule la presentación de la tesis doctoral por compendio de artículos.

Depósito y admisión a trámite de la defensa de la tesis doctoral

Las tesis doctorales quedarán en depósito durante 15 días, a partir del día siguiente a la aceptación de su depósito. El centro responsable del programa de doctorado tiene que comunicar el depósito de la tesis a los miembros del PDI del programa de doctorado, y poner a su disposición una copia del ejemplar provisional de la tesis doctoral remitido a la Comisión de Doctorado de la UPM.

Por su parte, la Comisión de Doctorado de la UPM, a través de la página Web de la UPM, divulgará las tesis que están en depósito en cada momento. El Vicerrectorado responsable de los estudios de doctorado facilitará el procedimiento que se debe seguir para que cualquier doctor, debidamente acreditado, pueda examinar en su totalidad las tesis depositadas y, si procede, pueda enviar por escrito, en formato libre, a la CAPD las observaciones que considere oportunas, hasta el último día de depósito. En caso de formularse observaciones el centro

responsable del programa de doctorado, en vista de su contenido, manifestará por escrito a la Comisión de Doctorado de la UPM su opinión sobre la necesidad de continuar o paralizar el proceso. Para hacerlo, disponen de un plazo de 7 días desde la finalización del período de depósito (artículo 26).

Una vez transcurrido el plazo de depósito sin que se presenten observaciones, o una vez resueltas las que hayan sido planteadas, la Comisión de Doctorado de la UPM tiene que decidir si autoriza la defensa de la tesis o no. La decisión tomada se tiene que comunicar al centro responsable del programa de doctorado que, a su vez, se la comunicará a la CAPD y al doctorando y al director o directores de la tesis en el plazo máximo de cinco días. Si no se autoriza la defensa, se deberán especificar los motivos y las razones de tal decisión. La decisión de la Comisión de Doctorado de la UPM se considerará firme y definitiva y agota la vía administrativa (artículo 27).

Acto de defensa.
El acto de defensa de la tesis (artículo 29) será convocado por el presidente y comunicado por el secretario a los miembros del tribunal con suficiente antelación.

Una vez convocado el acto, el presidente del tribunal establecerá las medidas de suplencia adecuadas. Si en el día fijado para el acto de defensa y exposición pública de la tesis no se presentara alguno de los miembros, se incorporará a los suplentes. Si esto no es posible, el presidente decidirá si continuar o no con el acto de defensa, una vez consultados el resto de miembros y el presidente de la CAPD. Para continuar con la defensa, será necesario que estén presentes un mínimo de cuatro miembros, y que se cumpla el requisito sobre el máximo número de miembros del tribunal de la misma Universidad. En caso de que se decidiese suspender el acto, se fijará otro día para realizar la defensa de acuerdo con el resto de los miembros del tribunal y el doctorando. Los cambios en el tribunal se deberán comunicar a la Comisión de Doctorado de la UPM en el plazo más breve posible.

En caso de que uno de los miembros no pudiera estar presente por motivos de fuerza mayor pero sí pueda acceder por medios a distancia (audio o videoconferencia), es potestad del presidente de la comisión, de acuerdo con la legislación vigente, el permitir la asistencia del miembro remoto, en igualdad de condiciones con los presentes, participando en el acto de defensa y en las deliberaciones posteriores.

La tesis doctoral se evaluará en el acto de defensa que tendrá lugar en sesión pública y consistirá en la exposición y defensa por el doctorando del trabajo de investigación elaborado ante los miembros del tribunal.

El tribunal que evalúe la tesis dispondrá del documento de actividades del doctorando con las actividades formativas llevadas a cabo por el mismo. Este documento de seguimiento no dará lugar a una puntuación cuantitativa, pero sí constituirá un instrumento de evaluación cualitativa que complementará la evaluación de la tesis doctoral.

Los miembros del tribunal deberán expresar su opinión y formularán al doctorando cuantas cuestiones estimen oportunas. Los doctores presentes en el acto público podrán formular cuestiones en el momento y forma que señale el presidente del tribunal.

Evaluación de la tesis
Finalizada la defensa y discusión de la tesis doctoral, cada miembro del tribunal formulará por escrito una valoración sobre la misma. El tribunal emitirá un informe y la calificación global concedida a la tesis en términos de “apto” o “no apto”.

Cada miembro del tribunal emitirá un voto secreto proponiendo la obtención de la mención «cum laude». Estos votos serán introducidos en un sobre, que quedará cerrado y firmado en la solapa por todos miembros del tribunal. En una nueva sesión la CAPD procederá a la apertura del sobre con los votos secretos. Se podrá proponer que la tesis obtenga la mención «cum laude» en caso de voto positivo por unanimidad (artículo 30).

Mención internacional en el título de doctor

El título de Doctor o Doctora podrá incluir en su anverso la mención "Doctor Internacional", siempre que concurran las siguientes circunstancias (artículo 33):

a) Que, durante el periodo de formación necesario para la obtención del título de doctor, el doctorando haya realizado una estancia mínima de tres meses fuera de España en una institución de enseñanza superior o centro de investigación de prestigio, cursando estudios o realizando trabajos de investigación. La estancia y las actividades han de ser avaladas por el director y autorizadas por la CAPD, y se incorporarán al documento de actividades del doctorando.

b) Que parte de la tesis doctoral, al menos el resumen y las conclusiones, se haya redactado y sea presentado en una de las lenguas habituales para la comunicación científica en su campo de conocimiento, distinta a cualquiera de las lenguas oficiales en España. Esta norma no será de aplicación cuando las estancias, informes y expertos procedan de un país de habla hispana.

c) Que la tesis haya sido informada por un mínimo de dos expertos doctores pertenecientes a alguna institución de educación superior o instituto de investigación no española.

d) Que al menos un experto perteneciente a alguna institución de educación superior o centro de investigación no española, con el título de doctor, y distinto del responsable de la estancia mencionada en el apartado a), haya formado parte del tribunal evaluador de la tesis.

La defensa de la tesis ha de ser efectuada en la Universidad Politécnica de Madrid.

COMPOSICIÓN DEL TRIBUNAL:

El Reglamento de elaboración y evaluación de la tesis doctoral de la UPM dedica varios artículos al tribunal.

Artículo 22. Propuesta de miembros del tribunal

La Comisión Académica del Programa de Doctorado debe realizar una propuesta de siete doctores con experiencia investigadora acreditada, y especialistas en la materia a que se refiere la tesis o en otra que guarde afinidad con la misma.

Esta propuesta será presentada a la Comisión de Doctorado de la UPM antes del depósito de la tesis doctoral, e irá acompañada de un informe razonado sobre la idoneidad de todos y cada uno de los miembros propuestos para constituir el tribunal de evaluación de la tesis doctoral. Deberá quedar acreditada la aceptación de los miembros propuestos para formar parte del tribunal.

En caso de tesis doctorales que estén sujetas a cláusulas de confidencialidad, todos los miembros propuestos deberán firmar una declaración comprometiéndose a mantener el contenido en la más estricta confidencialidad.

No pueden formar parte de la propuesta de un tribunal de tesis más de dos miembros de la misma universidad u organismo. Un miembro no podrá formar parte de la propuesta de un tribunal si cumple cualquiera de los criterios de abstención establecidos en el artículo 28 de la Ley 30/1992 de 26 de noviembre.

Los profesores pertenecientes a los cuerpos docentes universitarios podrán formar parte de los tribunales de tesis doctorales aunque se hallen en situación de excedencia, jubilación, servicios especiales o en comisión de servicios, siendo considerado en este último caso como pertenecientes a aquella universidad en la que prestan sus servicios en ese momento. Los profesores jubilados serán considerados como pertenecientes a la Universidad en la que estaban desempeñando sus funciones.

La Comisión de Doctorado de la UPM podrá solicitar información complementaria para valorar la idoneidad de los candidatos propuestos si la que se ha aportado se considera incompleta.

Artículo 28. Nombramiento del tribunal

Junto con el acuerdo por el cual se notifica la autorización a trámite de la defensa de la tesis doctoral y en vista de la propuesta de tribunal presentada por el centro responsable del programa de doctorado, la Comisión de Doctorado de la UPM aprobará el tribunal que deberá juzgar dicha tesis. El tribunal estará compuesto por cinco miembros titulares y dos suplentes.

No pueden formar parte de los tribunales de tesis más de dos miembros de la misma universidad u organismo. Un miembro no podrá formar parte del tribunal si cumple cualquiera de los criterios de abstención establecidos en el artículo 28 de la Ley 30/1992 de 26 de noviembre.

La Comisión de Doctorado de la UPM, siguiendo la normativa establecida, designará entre los miembros del tribunal a un presidente y a un secretario.

En caso de renuncia por causa justificada de un miembro titular del tribunal, el presidente procederá a sustituirle por un suplente. Si hay que sustituir al presidente por una causa sobrevenida, lo sustituirá la persona que proponga el centro responsable del programa de doctorado de entre el resto de miembros que forman parte del tribunal. En todo caso, la sustitución se tiene que comunicar en el plazo más breve posible a la Comisión de Doctorado de la UPM.

El nombramiento del tribunal se comunicará al centro responsable del programa de doctorado para que haga llegar a cada uno de los miembros del tribunal la notificación de la designación y una copia de la tesis doctoral. El centro responsable del programa de doctorado también deberá notificar al doctorando y al director o directores, en el plazo máximo de cinco días, el nombramiento del tribunal.

Desde el nombramiento del tribunal, se dispondrá de un plazo máximo de tres meses para que se realice la defensa de la tesis. En caso contrario, se deberá volver a presentar una propuesta de miembros del tribunal a la Comisión de Doctorado de la UPM

Artículo 29. Acto de defensa de la tesis

El acto de defensa de la tesis será convocado por el presidente y comunicado por el secretario a los miembros del tribunal con suficiente antelación.

Una vez convocado el acto, el presidente del tribunal establecerá las medidas de suplencia adecuadas. Si en el día fijado para el acto de defensa y exposición pública de la tesis no se presentara alguno de los miembros, se incorporará a los suplentes. Si esto no es posible, el presidente decidirá si continuar o no con el acto de defensa, una vez consultados el resto de miembros y el presidente de la Comisión Académica del Programa de Doctorado. Para continuar con la defensa, será necesario que estén presentes un mínimo de cuatro miembros, y que se cumpla el requisito sobre el máximo número de miembros del tribunal de la misma Universidad. En caso de que se decidiese suspender el acto, se fijará otro día para realizar la defensa de acuerdo con el resto de los miembros del tribunal y el doctorando. Los cambios en el tribunal se deberán comunicar a la Comisión de Doctorado de la UPM en el plazo más breve posible.

En caso de que uno de los miembros no pudiera estar presente por motivos de fuerza mayor pero sí pueda acceder por medios a distancia (audio o videoconferencia), es potestad del presidente de la comisión, de acuerdo con la legislación vigente, el permitir la asistencia del miembro remoto, en igualdad de condiciones con los presentes, participando en el acto de defensa y en las deliberaciones posteriores.

La tesis doctoral se evaluará en el acto de defensa que tendrá lugar en sesión pública y consistirá en la exposición y defensa por el doctorando del trabajo de investigación elaborado ante los miembros del tribunal.

El tribunal que evalúe la tesis dispondrá del documento de actividades del doctorando con las actividades formativas llevadas a cabo por el mismo. Este documento de seguimiento no dará lugar a una puntuación cuantitativa, pero sí constituirá un instrumento de evaluación cualitativa que complementará la evaluación de la tesis doctoral.

Los miembros del tribunal deberán expresar su opinión y formularán al doctorando cuantas cuestiones estimen oportunas. Los doctores presentes en el acto público podrán formular cuestiones en el momento y forma que señale el presidente del tribunal.

Artículo 30. Evaluación de la tesis doctoral

Finalizada la defensa y discusión de la tesis doctoral, cada miembro del tribunal formulará por escrito una valoración sobre la misma.

El tribunal emitirá un informe y la calificación global concedida a la tesis en términos de “apto” o “no apto”.

Cada miembro del tribunal emitirá un voto secreto proponiendo la obtención de la mención «cum laude». Estos votos serán introducidos en un sobre, que quedará cerrado y firmado en la solapa por todos miembros del tribunal.

En una nueva sesión la Comisión Académica del Programa de Doctorado procederá a la apertura del sobre con los votos secretos. Se podrá proponer que la tesis obtenga la mención «cum laude» en caso de voto positivo por unanimidad.

6. RECURSOS HUMANOS

6.1. DETALLE DE LAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN ASOCIADAS AL PROGRAMA.

La presente solicitud de verificación del Programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica por la Universidad Politécnica de Madrid es una nueva propuesta que engloba los siguientes programas de Doctorado regulados por el Real Decreto 1393/2007:

- Programa Oficial de Doctorado en Ingeniería Acústica
- Programa Oficial de Doctorado en Ingeniería Mecánica
- Programa Oficial de Doctorado en Ingeniería Sísmica: Dinámica de Suelos y Estructuras
- Programa Oficial de Doctorado en Tecnología Láser

En el Programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica se articulará a través de 4 equipos de investigación definidos previa consulta a los profesores del Programa, a sus Grupos de Investigación, Institutos y Centros de Investigación que desarrollarán 5 líneas de investigación desarrolladas los 4 equipos.

Equipo 1
Formado por los siguientes grupos de investigación:
Grupo de Investigación en Ingeniería Sísmica: Dinámica de Suelos y Estructuras.
Líneas de investigación desarrolladas por el Equipo 1:
- Dinámica Computacional e Ingeniería Sísmica

Equipo 2:
Formado por los siguientes grupos de investigación:
- **Grupo de Investigación en Instrumentación y Acústica Aplicada (i2a2).**
- Grupo de Investigación en Ingeniería de Fabricación.
Líneas de investigación desarrolladas por el Equipo 2:
- Ingeniería Acústica
- Ingeniería de Fabricación

Equipo 3:
Formado por los siguientes grupos de investigación:
- **Instituto de Investigación del Automóvil (INSIA) a través del Grupo de Investigación en Seguridad e Impacto Medioambiental de Vehículos y Transportes (GIVET).**
- Centro de Investigación en Tecnologías Ferroviarias (CITEF) a través del Grupo de Investigación en Tecnologías Ferroviarias y Simulación Avanzada.
- Grupo de Investigación en Ingeniería de Máquinas (GI-IM).
Líneas de investigación desarrolladas por el Equipo 3:
- Ingeniería de Vehículos y Transportes.
- Ingeniería de Máquinas y Desarrollo de Productos

Equipo 4:
Formado por los siguientes grupos de investigación:
- **Centro Laser** a través **del Grupo de Investigación en Ingeniería y Aplicaciones del Láser.**
Líneas de investigación desarrolladas por el Equipo 4:
- Ingeniería y Aplicaciones del Láser

Los equipos de investigación que a continuación se describen para adaptar el Programa de Doctorado a lo dispuesto en el Real Decreto 99/2011 se han definido teniendo en cuenta que cada equipo está avalado por tres investigadores que aseguren la viabilidad del mismo y de las líneas de investigación desarrolladas.

La definición de cada una de las líneas del Programa de Doctorado adaptado al RD 99/2011, se ha basado en las líneas de investigación identificadas por los grupos de investigación en las memorias de verificación de cada programa de doctorado de acuerdo al Real Decreto 1393/2007 (verificada positivamente por el Consejo de Universidades del Ministerio de Educación en su sesión del 22 de enero de 2010, Resolución de fecha 24 de febrero de 2010).

Las competencias generales y específicas del Programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica, así como las capacidades y destrezas personales, se adquieren a través de los complementos formativos, las actividades formativas y durante el proceso de elaboración y defensa de la tesis doctoral.

A continuación se describen los equipos de investigación del Programa. Para cada una de ellos se indica:

- Nombre del equipo de investigación.
- Nombre de la/s línea/s de investigación desarrollada/s por el equipo y breve descripción de la/s misma/s.
    - Proyecto activo con financiación pública competitiva
    - Tres profesores avalistas del equipo.
    - Año de obtención del último tramo de investigación (sexenio)
    - Tesis doctorales dirigidas por cada avalista
    - Publicaciones relacionadas con cada tesis
- Conjunto de investigadores doctores participantes en el programa de doctorado
- Breve descripción de los tópicos de investigación y reseña a algunos de los proyectos de investigación financiados desde el 2007.

6.1.1 Equipo 1.

Formado por los siguientes grupos de investigación:

Grupo de Investigación en Ingeniería Sísmica: Dinámica de Suelos y Estructuras.

Líneas de investigación desarrolladas por el Equipo 1: **Dinámica Computacional e Ingeniería Sísmica**

Esta línea tiene como objetivo fundamental la formación de doctores en áreas relacionadas con la dinámica computacional y la ingeniería sísmica. Esta área engloba tres perspectivas complementarias: (1) la que se encarga de la definición de la acciones dinámicas (sismo, viento, actividades humanas, oleaje, tráfico, vibraciones inducidas por máquinas etc.); (2) la que se ocupa de desarrollar modelos numéricos; y (3) la que se centra en el desarrollo de métodos de cálculo y estrategias de proyecto. Se trata de áreas interdisciplinares emergentes de interés creciente. En todos los temas de esta línea los avalistas del equipo han desarrollado

numerosos proyectos a nivel nacional e internacional, con una elevada producción científica y con la formación de 11 doctores desde el año 2008.

Se prevé la participación de expertos internacionales tanto del ámbito europeo como del continente americano y Asia. Los profesores que desarrolla esta línea tienen contactos con investigadores de universidades de prestigio internacional como la Universidad de California Berkeley (EEUU), California Institute of Technology (EEUU), Fuzhou University (China), Central South University, Changsha (China), Catholic University of Leuven (Bélgica), Technical University of Munich (Alemania), Tokio Institute of Technology (Japón). Su participación se juzga necesaria para estar al día en los últimos avances y compartir información en las líneas de investigación en las que se trabaja.

Proyecto activo con financiación pública competitiva:
Estructuras inteligentes de hormigón reforzadas con FRP (NSMFRPSMART). Ref. BIA2010-20234-C03-01.
Investigador Principal: Ricardo Perera Velamazán
Entidad financiadora: Ministerio de Educación y Ciencia
Presupuesto: 115.192,00 EUROS
Duración: 3 años, 1 Enero 2011 – 31 Diciembre 2013
Número de investigadores participantes: 4

AVALISTA 1: RICARDO PERERA VELAMAZÁN.
Catedrático Universidad. Dpto. Mecánica Estructural y Construcciones Industriales. UPM
Año de obtención del último tramo de investigación: 2008
Tesis doctorales dirigidas:

TESIS 1:
Título: Damage identification of civil structures using model updating strategy
Doctorando: Sheng-En FANG
Fecha lectura: 16-12-2009
Calificación: Sobresaliente Cum Laude

Artículos asociados:

1. S.E. FANG, W.X. REN, R. PERERA. A stochastic model updating method for parameter variability quantification based on response surface models and monte carlo simulation. : Mechanical Systems and Signal Processing, Nº 33, pp. 83-96. 2012. DOI: 10.1016/j.ymssp.2012.06.028

2. S.E. FANG Y R. PERERA. Power mode shapes for early damage detection in linear structures
   Journal of Sound and Vibration. 324 (1-2). Pp. 40-56. 2009. DOI: doi: 10.1016/j.jsv.2009.02.002

3. S.E. FANG, R. PERERA Y DE ROECK, G. Damage identification of a reinforced concrete frame by finite element model updating using damage

parameterization.Journal of Sound and Vibration. 313 (3-5). Pp. 544-559- 2008. doi: 10.1016/j.jsv.2007.11.057

4. S.E. FANG, R. PERERA. Damage identification by response surface based model updating using d-optimal design. Mechanical Systems and Signal Processing 25. Pp- +717-733. 2011- DOI: doi: 10.1016/j.ymssp.2010.07.007

5. R. PERERA, S.E. FANG Y A.RUIZ. Application of particle swarm optimization and genetic algorithms to multiobjective damage identification inverse problems with modelling errors. Meccanica 45, pp 723-734. 2010. DOI: doi: 10.1007/s11012-009-9264-5

6. R. PERERA Y S.E.FANG. The influence of objective functions in structural damage identification using refined and simple models. International Journal of Structural Stability and Dynamics, 9 (4), pp. 1-19. 2009. DOI:

7. S.E. FANG Y R. PERERA. A response surface methodology based damage identification technique. Smart Materials and Structures, 18 (6), pp. 065009 (14pp). 2009. DOI: 10.1088/0964-1726/18/6/065009

8. R. PERERA Y S.E. FANG. Structural crack detection without updated baseline model by single and multiobjective optimization. Mechanical Systems and Signal Processing. 23 (3), pp- 752-768. 2009- DOI: 10.1016/j.ymssp.2008.06.010

AVALISTA 2: Mª CONSUELO HUERTA GÓMEZ DE MERODIO
Profesor Titular de Universidad. Dpto. Mecánica Estructural y Construcciones Industriales. UPM
Año de obtención del último tramo de investigación: 2007
Tesis doctorales dirigidas:

TESIS 1:
Título: Estudio teórico experimental de impactos humanos contra vidrios de acristalamientos de edificación
Doctorando: Sergio Postigo Pozo,
Fecha lectura 21/06/2010
Calificación: Sobresaliente Cum Laude

Artículos asociados:

9. F. MARTÍN, A. BENAVENT-CLIMENT, R. GALLEGO. Relationship between characteristic parameters of impact test for safety glasses, 80(1) pp. 61-66. 2011. DOI: 10.1002/stab.201120008

TESIS 4:

Título: Proposal of energy spectra for earthquake resistant design based on turkish registers
Doctorando: Ahmet Utku Yazgan
Fecha lectura 7 de septiembre de 2012
Calificación: Sobresaliente Cum Laude

Artículos asociados:

10. LÓPEZ-ALMANSA, F., YAZGAN, A.U., BENAVENT-CLIMENT, A.
    Design energy input spectra for high seismicity regions based on turkish registers. (2013). Bulletin of earthquake engineering, pp. 1-28. DOI 10.1007/s10518-012-9415-2

AVALISTA 3: FRANCISCO JAVIER MONTANS LEAL
Catedrático Universidad. Dpto. Vehículos Aeroespaciales. UPM
Año de obtención del último tramo de investigación: 2007
Tesis doctorales dirigidas:

TESIS 1:

Título: Elasto-plásticidad anisótropa de metales en grandes deformaciones
Doctorando: Miguel A. Caminero
Fecha lectura: 08/03/2010
Calificación: Sobresaliente Cum Laude

Artículos asociados:

11. MONTANS, FJ; BENITEZ, JM; CAMINERO, MA. A large strain anisotropic elastoplastic continuum theory for nonlinear kinematic hardening and texture evolution. MECHANICS RESEARCH COMMUNICATIONS, 43, pp. 50-56, 2012, DOI: 10.1016/j.mechrescom.2012.03.001

12. CAMINERO MA, MONTÁNS FJ, BATHE KJ. Modeling Large Strain Anisotropic Elasto-Plasticity with Logarithmic Strain and Stress Meassures. COMPUTERS AND STRUCTURES, 89, pp. 826-843, 2011.
    DOI 10.1016/J.COMPSTRUC.2011.02.011

Conjunto de investigadores doctores participantes en el Equipo 1 asociados a la línea de investigación "Dinámica Computacional e Ingeniería Sísmica":

Nombre	Categoría Profesional	Centro / Institución / Departamento	Último tramo de investigación reconocido	Participación en otros programas de doctorado
Ricardo Perera Velamazán	CU	ETSII – UPM - Mecánica Estructural y Construcciones Industriales	2003-2008	No
Mª Consuelo Huerta Gómez de Merodio	TU	ETSII – UPM - Mecánica Estructural y Construcciones Industriales	2000-2007	No
Francisco Javier Montans Leal	CU	Dpto. Vehículos Aeroespaciales. UPM	2002-2007	No
Amadeo Benavent Climent	CU	ETSII – UPM - Mecánica Estructural y Construcciones Industriales	2005-2010	PD Ingeniería Civil de la Universidad de Granada AVALISTA
Ignacio Romero Olleros	CU	ETSII – UPM - Mecánica Estructural y Construcciones Industriales	2003-2008	No
María Belén Benito Oterino	CU	ETSI TGC – UPM- Departamento de Ingeniería Topográfica y Cartografía	2005-2010	PD en Ingeniería Geográfica UPM AVALISTA
Juan José Benito Muñoz	CU	ETSII – UPM - Mecánica Estructural y Construcciones Industriales	2002-2007	PD en tecnologías industriales". ETSI Industriales, UNED AVALISTA
Mª del Sagrario Gómez Lera	CU	ETSII – UPM - Mecánica Estructural y Construcciones Industriales	1993-1998	No
Alberto Fraile de Lerma	TU	ETSII – UPM - Mecánica Estructural y Construcciones Industriales	No	No
Ramón Álvarez Cabal	TU	ETSII – UPM - Mecánica Estructural y Construcciones Industriales	No	No
Ignacio del Rey Llorente	TUI	ETSII – UPM - Mecánica Estructural y Construcciones Industriales	No	No
Lutz Karl Heinz Hermanns	L.D. PROF. ASOCIADO	ETSII – UPM - Mecánica Estructural y Construcciones Industriales	No	No

6.1.2 Equipo 2.

Formado por los siguientes grupos de investigación:

- Grupo de Investigación en Instrumentación y Acústica Aplicada (i2a2).
- Grupo de Investigación en Ingeniería de Fabricación.

Líneas de investigación desarrolladas por el Equipo 2:

- Ingeniería Acústica
- Ingeniería de Fabricación

INGENIERÍA ACÚSTICA

Esta línea tiene como objetivo fundamental la formación de doctores en áreas relacionadas con la Ingeniería Acústica en el sentido más amplio del término, incluyendo la acústica arquitectónica, acústica estructural, ruido, acústica psicológica y fisiológica, procesado de señal en acústica y ultrasonidos. Se trata de un área interdisciplinar emergente en la que confluyen investigadores de las áreas de la física, mecánica y del procesado digital de la señal.

En el caso de los ultrasonidos, como es sabido cubren un rango de frecuencias que va desde aproximadamente los 16 kHz hasta los 10^{10} ó10^{11} Hz, es decir, hasta las frecuencias asociadas a longitudes de onda comparable con las distancias intermoleculares. Esta amplia gama frecuencias ofrece una gran variedad de aplicaciones cuya exploración y explotación constituye la base del desarrollo del campo de los Ultrasonidos aplicados a la industria.

En general, las aplicaciones de los Ultrasonidos se dividen en dos categorías: baja y alta intensidad. Las aplicaciones de baja intensidad son aquellas en las que las ondas ultrasónicas son utilizadas para obtener información sobre el medio en el que se propagan sin que se produzca alteración en el mismo.

En cambio, las aplicaciones de alta intensidad, o de potencia, son aquellas en las que el objetivo es producir efectos permanentes en el medio utilizando la energía ultrasónica.

Las aplicaciones de baja intensidad han tenido un continuo desarrollo a lo largo de casi todo el siglo XX (ensayos no destructivos, ecografía médica, sensores, etc.). El campo de los Ultrasonidos de Potencia permanece aún, en muchos aspectos, inexplorado. En particular, la aplicación de los ultrasonidos de alta intensidad en fluidos y medios multifásicos (gases o líquidos con partículas, gotas o burbujas en suspensión y/o sólidos porosos con fluidos en su interior) representa un área potencial de investigación de notable interés y perspectivas.

Algunas de las aplicaciones de los ultrasonidos a nivel industrial son:

- Separación y precipitación de partículas finas en humos industriales

- Eliminación de espumas industriales

- Deshidratación de alimentos

- Desecación de pastas y lodos en la extracción de minerales

- Lavado de textiles

- Atomización de capas líquidas.

- Ecolocalización y sondeos atmosféricos.

- Polimerización en plásticos.

- Determinación de la proporción de mezclas.

- Caracterización de la dimensión y distribución de partículas y porosidades.

- Cuantificación de la anisotropía de un material.

- Termometría ultrasónica.

- Tasas de curado de epoxis y hormigones.

- Nodularidad en la fundición de metales.

- Concentración de líquidos.

- Medición de Distancias.

Como se puede apreciar, la aplicación de los ultrasonidos está íntimamente ligada a numerosos procesos industriales y de fabricación.

INGENIERÍA DE FABRICACIÓN

En lo que a **Ingeniería de Fabricación** respecta, se trata de una de la actividades principales de sectores industriales tan importantes como los de automoción, bienes de equipo, electrodomésticos, aeronáutico, componentes plásticos, etc.

La necesidad de mejorar la productividad de estos sectores obliga a la mejora continua y optimización de los procesos ya conocidos y al desarrollo de nuevos procesos, así como a nuevos métodos de gestión y utilización de los equipos industriales.

Esta necesidad de mejora constante es la que provoca que la demanda de actividades de investigación en esta área sea muy elevada. La evolución actual en la investigación en fabricación se dirige actualmente hacia: nuevos desarrollos que hagan incrementar la velocidad de procesamiento de las máquinas, nuevos procesos más eficientes desde le punto de su procesabilidad, economía y consumo energético, desarrollo de nuevos procesos de medida e inspección que permitan la medición de un mayor número de magnitudes y a una velocidad más elevada y el desarrollo de la fabricación virtual con nuevas aplicaciones que permitan la planificación y gestión de los procesos de forma automática e inteligente.

En este sentido, la línea de investigación que propone en este programa el **Grupo de Investigación en Ingeniería de Fabricación** incidirá en algunos de los anteriores aspectos, como el modelado y automatización de procesos, el desarrollo de nuevos procesos y en el desarrollo de la fabricación virtual basada en el conocimiento. En definitiva supone la continuación de la actividad realizada hasta ahora, a través del desarrollo de proyectos de investigación financiados en programas competitivos

Las actividades de esta línea coinciden con temas de diferentes áreas incluidas tanto en planes nacionales como europeos de financiación de la investigación, como se indicó en el punto 1.2.

Los profesores avalistas han dirigido proyectos en los diferentes ámbitos que integran esta línea de investigación, tanto a nivel nacional como internacional, aportando una elevada producción científica y habiendo formado 19 doctores desde 2008.

Posibles colaboraciones:

El Programa de Doctorado en Ingeniería Acústica ha tenido siempre una clara vocación internacional. Prueba de ello son los acuerdos con los departamentos de acústica instituciones extranjeras para que los doctorandos puedan realizar estancias en el extranjero, así como para que profesores de instituciones diferentes a la UPM impartan docencia en el Programa. En concreto existen los siguientes acuerdos:

Acuerdos para realizar estancias en el extranjero:

- - Politécnico di Milano.
- - Chalmers University of Technology.
- - University of Saldford – Manchester.
- - Universidade do Minho.
- - Universita degli studi di Ferrara.

En el programa de Doctorado en Ingeniería Acústica participan profesores de las anteriores instituciones extranjeras. Además participan profesores / investigadores de las siguientes instituciones españolas:

- Universidad de Castilla la Mancha.
- Universidad Politécnica de Catalunya.
- Universidad de la Laguna.
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

El **Grupo de Investigación en Ingeniería de Fabricación** ha realizado varios proyectos de investigación, sobre todo en las áreas de procesos de microfabricación e ingeniería de precisión con las siguientes universidades:

- Universidad de la Frontera (Chile).
- Universidad Central Colombia.
- Universidad de Michoacán (Méjico).
- Universidad de Centro Occidental (Venezuela).
- Universidad de León (España).

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN ACTIVO

REFERENCIA: DPI2009-14535
INVESTIGADOR PRINCIPAL: ANTONIO VIZAN IDOIPE
PLAZO DE EJECUCIÓN: DEL 01/01/2010 AL 30/06/2013
TOTAL CONCEDIDO: 242.000,00 €
TÍTULO: DESARROLLO, OPTIMIZACION Y CONTROL DEL PROCESO DE MICROLIMADO
Nº de participantes: 5

AVALISTAS:

AVALISTA 1: MANUEL RECUERO LÓPEZ
Catedrático de Universidad. Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación. UPM
Año de obtención del último tramo de investigación: 2001-2006
Tesis doctorales dirigidas:

TESIS 1:

Doctorando: CÉSAR ASENSIO RIVERA
Título: aportaciones a los sistemas de discriminación de fuentes sonoras en la medida de ruido en aeropuertos-
Universidad: Universidad Politécnica de Madrid
Fecha: 23/11/2012 Calificación: APTO CUM LAUDE

13. Asensio, C., Recuero, M., Ruiz, M. Aircraft noise-monitoring according to ISO 20906. Evaluation of uncertainty derived from the classification and identification of aircraft noise events (2012). Applied Acoustics, 73 (3), pp. 209-217.

14. Asensio, C., Pavón, I., Recuero, M., Ausejo, M. Airport noise insulation programs: The Spanish case. (2012). Noise and Vibration Worldwide, 43 (2), pp. 8-15.

15. Asensio, C., Ausejo, M., Jambrosic, K., Kang, J., Moschioni, G., Pagán, R., Pavón, I., Romeu, J., Trujillo, J.A., Vigano, G., Ruiz M., Recuero, M. Aircraft noise-monitoring according to ISO 20906: Evaluation of uncertainty derived from the human factors affecting event detection(2012). Applied Acoustics, 73 (1), pp. 1-11.

16. Asensio, C., Recuero, M., Ruiz, M. Noise mapping (2011). Applied Acoustics, 72 (8), pp. 477-478.

17. Asensio, C., Recuero, M., Ruiz, M., Ausejo, M., Pavón, I. Self-adaptive grids for noise mapping refinement. (2011). Applied Acoustics, 72 (8), pp. 599-610.

18. Asensio, C., Ruiz, M., Pavón, I., Ausejo, M., Recuero, M. Uncertainty in noise maps isolines: The effect of the sampling grid (2011). Acta Acustica united with Acustica, 97 (2), pp. 237-242.

19. Asensio, C., Ruiz, M., Recuero, M. Real-time aircraft noise likeness detector. (2010) Applied Acoustics, 71 (6), pp. 539-545.

20. Asensio, C., Pavón, I., Ruiz, M., Pagán, R., Recuero, M. Aircrafts' taxi noise. Sound power level and directivity frequency band results (2009). Applied Acoustics, 70 (7), pp. 986-1008.

21. Asensio, C., Pagán, R., López, J.M. Aircrafts' taxi noise emission (2008). Noise and Vibration Worldwide, 39 (8), pp. 10-15.

TESIS 2:

Doctorando: VIANA LIDA GUADALUPE SUÁREZ
Título: Amplificador de señal analógico basado en conceptos biomiméticos. Desarrollo de modelos computacionales y validación experimental.
Universidad: Universidad Politécnica de Madrid
Fecha: 27/04/2012 Calificación: SOBRESALIENTE CUM LAUDE

Artículos asociados:

22. Guadalupe, V.L., Militello, C., Recuero, M. Acoustoelastic pure-displacement elements based on biot's poromechanics theory. (2012). Computers and structures, 96-97, pp. 54-60.

TESIS 3:

Doctorando: JOSE MIGUEL HERRERA OVALLES
Título: Influencia de la instalación de las empacaduras en la predicción del aislamiento acústico en puertas de acero doble panel
Universidad: Universidad Politécnica de Madrid
Fecha: 06/05/2011Calificación: SOBRESALIENTE CUM LAUDE

Artículos asociados:

23. Herrera, J.M., Recuero, M. Influence of seal installation to predict sound insulation of double panel steel doors. (2010) Building and Environment, 45 (4), pp. 1087-1094.

TESIS 4:

Doctorando: Miguel Ausejo Prieto
Título: Estudio de la validación, errores e incertidumbre en la elaboración de mapas de ruido
Universidad: Universidad Politécnica de Madrid
Fecha: 10/12/2009 Calificación: SOBRESALIENTE CUM LAUDE - Premio extraordinario de tesis doctoral (2009-2010).

Artículos asociados:

24. Asensio, C., López, J.M., Pagán, R., Pavón, I., Ausejo, M. GPS-based speed collection method for road traffic noise mapping. (2009). Transportation Research Part D: Transport and Environment, 14 (5), pp. 360-366.

25. Ausejo, M., Recuero, M., Asensio, C., Pavón, I. Reduction in calculated uncertainty of a noise map by improving the traffic model data through two phases. (2011). Acta Acustica united with Acustica, 97 (5), pp. 761-768.

26. Ausejo, M., Tabacchi, M., Recuero, M., Asensio, C., Pagán, R., Pavón, I. Design of a noise action plan based on a road traffic noise map. (2011). Acta Acustica united with Acustica, 97 (3), pp. 492-502.

27. Ausejo, M., Recuero, M., Asensio, C., Pavón, I., López, J.M. Study of precision, deviations and uncertainty in the design of the strategic noise map of the macrocenter of the city of Buenos Aires, Argentina.
(2010) Environmental Modeling and Assessment, 15 (2), pp. 125-135.

TESIS 5:

Doctorando: JEAN ANTOINE KORMANN
Título: MODELOS NUMÉRICOS DE PROPAGACIÓN ACÚSTICA PARA OCEANOGRAFÍA SÍSMICA
Universidad: Universidad Politécnica de Madrid
Fecha: 29/10/2008 Calificación: SOBRESALIENTE CUM LAUDE

Artículos asociados:

28. Kormann, J., Biescas, B., Korta, N., De La Puente, J., Sallars, V. Application of acoustic full waveform inversion to retrieve high-resolution temperature and salinity profiles from synthetic seismic data (2011). Journal of Geophysical Research C: Oceans, 116 (11)

29. Kormann, J., Cobo, P., Biescas, B., Sallarés, V., Papenberg, C., Recuero, M., Carbonell, R. Synthetic modelling of acoustical propagation applied to seismic oceanography experiments (2010). Geophysical Research Letters, 37 (6)

30. Kormann, J., Cobo, P., Recuero, M., Biescas, B., Sallarés, V. Modelling seismic oceanography experiments by using first- and second-order Complex Frequency Shifted Perfectly Matched Layers (2009). Acta Acustica united with Acustica, 95 (6), pp. 1104-1111.

31. Kormann, J., Cobo, P., Prieto, A. Perfectly matched layers for modelling seismic oceanography experiments (2008). Journal of Sound and Vibration, 317 (1-2), pp. 354-365.

TESIS 6:

Doctorando: YAGO GÓMEZ-ULLATE RICÓN
Título: ESTUDIO DE SISTEMAS ULTRASÓNICOS BASADOS EN MULTITRANSDUCTORES PARA LA DETECCIÓN DE DEFECTOS EN ESTRUCTURAS TIPO PLACA
Universidad: Universidad Politécnica de Madrid
Fecha: 17/04/2008 Calificación: SOBRESALIENTE CUM LAUDE

Artículos asociados:

32. Peña-Macias, J., Pérez, M.C., Martínez-Oña, R., Gómez-ullate, Y., De Espinosa, F.M., Kawiecki, G. Phased-array transducers for damage detection in aircraft structures (2008). Fatigue and Fracture of Engineering Materials and Structures, 31 (12), pp. 1019-1030.

AVALISTA 2: Antonio Vizán Idoipe
Catedrático de Universidad. Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación. UPM
Año de obtención del último tramo de investigación: 2004-2009
Tesis doctorales dirigidas:

TESIS 1:

TÍTULO: Influencia de la variación de las condiciones de mecanizado en el fresado periférico
DOCTORANDO: Hilde Pérez García
UNIVERSIDAD: U. Politécnica de Madrid
FACULTAD/ESCUELA: ETSII
AÑO: 2012
CALIFICACIÓN: Sobresaliente cum laude

Artículos asociados:

33. Diez, E., Perez, H., Guzman, M., Vizan, A. An improved methodology for the experimental evaluation of tool run out in peripheral milling. (2012) International Journal of Advanced Manufacturing Technology, pp. 1-11. Article in Press.

34. Diez Cifuentes, E., Pérez García, H., Guzmán Villaseñor, M., Vizán Idoipe, A.

Dynamic analysis of run out correction in milling. (2010) International Journal of Machine Tools and Manufacture, 50 (8), pp. 709-717.

35. Matías, J.C.H., García, H.P., García, J.P., Idoipe, A.V. Automatic generation of a bill of materials based on attribute patterns with variant specifications in a customer-oriented environment (2008) Journal of Materials Processing Technology, 199 (1), pp. 431-436.

36. Pérez, H., Rios, J., Díez, E., Vizán, A. Increase of material removal rate in peripheral milling by varying feed rate (2008). Journal of Materials Processing Technology, 201 (1-3), pp. 486-490.

TESIS 2:

TÍTULO: Análisis del proceso de taladrado considerando nuevas geometrías de herramientas
DOCTORANDO: Mario Guzmán
UNIVERSIDAD: U. Politécnica de Madrid
FACULTAD/ESCUELA: ETSII
AÑO: 2011
CALIFICACIÓN: Sobresaliente cum laude

Artículos asociados:

37. Diez, E., Perez, H., Guzman, M., Vizan, A. An improved methodology for the experimental evaluation of tool run out in peripheral milling. (2012) International Journal of Advanced Manufacturing Technology, pp. 1-11. Article in Press.

38. Diez Cifuentes, E., Pérez García, H., Guzmán Villaseñor, M., Vizán Idoipe, A. Dynamic analysis of run out correction in milling. (2010) International Journal of Machine Tools and Manufacture, 50 (8), pp. 709-717.

TESIS 3:

TÍTULO: Control de fuerzas de fresado mediante actuadores piezoeléctricos
DOCTORANDO: Eduardo Diez
UNIVERSIDAD: U. Politécnica de Madrid
FACULTAD/ESCUELA: ETSII
AÑO: 2010. CALIFICACIÓN: Sobresalien
te cum laude

Artículos asociados:

39. Diez, E., Perez, H., Guzman, M., Vizan, A. An improved methodology for the experimental evaluation of tool run out in peripheral milling. (2012) International Journal of Advanced Manufacturing Technology, pp. 1-11. Article in Press.

40. Diez Cifuentes, E., Pérez García, H., Guzmán Villaseñor, M., Vizán Idoipe, A. Dynamic analysis of run out correction in milling. (2010) International Journal of Machine Tools and Manufacture, 50 (8), pp. 709-717.

41. Pérez, H., Rios, J., Díez, E., Vizán, A. Increase of material removal rate in peripheral milling by varying feed rate (2008). Journal of Materials Processing Technology, 201 (1-3), pp. 486-490.

TESIS 4:

TÍTULO: Sistema Inteligente para la Corrección Automática de Defectos en la Inyecciòn de Piezas de Plástico.
DOCTORANDO: Myriam Liliana Chaves Acero
UNIVERSIDAD: U. Politécnica de Madrid
FACULTAD/ESCUELA: ETSII
AÑO: 2008
CALIFICACIÓN: Sobresaliente cum laude

Artículos asociados:

42. Chaves, M.L., Vizán, A., Márquez, J.J., Ríos, J. Inspection model and correlation functions to assist in the correction of qualitative defects of injected parts (2010). Polymer Engineering and Science, 50 (6), pp. 1268-1279.

AVALISTA 3: Jesús María Pérez García
Catedrático de Universidad. Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación. UPM
Año de obtención del último tramo de investigación: 2006-2011
Tesis doctorales dirigidas:

TESIS 1:

Doctora: HILAIDA MARGOT TERAN DELGADO.
Título: ARQUITECTURA DE INFORMACIÓN PARA MEDICION DE RENDIMIENTO EN ENTORNOS E-MANUFACTURING
Calificación: APTO CUM LAUDE, 2012.
Director: Jesús María Pérez

Artículos asociados:

43. Hilaida Margot Teran Delgado; Juan Carlos Hernandez Matias; Antonio Vizan Idoipe; Antonio Hidalgo Nuchera. Modelo de indicadores para gestión de rendimiento en sistemas de fabricación. Revista Venezolana de Gerencia. pp. 1 - 3.11/2012

44. Hilaida Margot Teran Delgado; Juan Carlos Hernandez Matias; Antonio Vizan Idoipe; Jose Rios Chueco.PM Integrated Information Framework in e-Manufacturing .Enterprise Information Systems. pp. 1 - 7.11/2012

Conjunto de investigadores doctores participantes en el Equipo 2 asociados a la Línea Ingeniería Acústica:

Nombre	Categoría Profesional	Centro / Institución / Departamento	Último tramo de investigación reconocido	Participación en otros programas de doctorado
Manuel Recuero López	CU	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	2001-2006	Ingeniería Ambiental - UPM
Mariano Ruiz González	TU	EUITT – UPM – Dpto. Sistemas Electrónicos y de Control	2006-2011	Ingeniería de Sistemas y Servicios para la Sociedad de la Información – UPM **AVALISTA**
Guillermo de Arcas Castro	TU	EUITT – UPM – Dpto. Sistemas Electrónicos y de Control	2006-2011	Ingeniería de Sistemas y Servicios para la Sociedad de la Información – UPM
Juan Manuel López Navarro	TU	EUITT – UPM – Dpto. Sistemas Electrónicos y de Control	2006-2011	Ingeniería de Sistemas y Servicios para la Sociedad de la Información – UPM
Eduardo Barrera López de Turiso	TU	EUITT – UPM – Dpto. Sistemas Electrónicos y de Control	2006-2011	Ingeniería de Sistemas y Servicios para la Sociedad de la Información – UPM **AVALISTA**
Ignacio Pavón García	L.D. PROF. ASOCIADO	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	NO	Ingeniería Ambiental - UPM
Teresa Bravo María	L.D. PROF. ASOCIADO	E.T.S. Arquitectura Dpto. Física e Instalaciones Aplicadas a la Edificación, al Medio Ambiente y al urbanismo.	2002-2007	NO

Conjunto de investigadores doctores participantes en el programa de doctorado asociados a la Línea "Ingeniería de Fabricación":

Nombre	Categoría Profesional	Centro / Institución / Departamento	Último tramo de investigación reconocido	Participación en otros programas de doctorado
Antonio Vizán Idoipe	CU	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	2004-2009	NO
Jesús María Pérez García	CU	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	2006-2011	NO
José Ríos Chueco	TU	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	2004-2009	NO
Juan de Juanes Márquez Sevillano	TU	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	2002-2007	NO

6.1.3 Equipo 3:.

Formado por los siguientes grupos de investigación:

- **Instituto de Investigación del Automóvil (INSIA) a través del Grupo de Investigación en Seguridad e Impacto Medioambiental de Vehículos y Transportes (GIVET).**

- Centro de Investigación en Tecnologías Ferroviarias (CITEF) a través del Grupo de Investigación en Tecnologías Ferroviarias y Simulación Avanzada.

- Grupo de Investigación en Ingeniería de Máquinas (GI-IM).

Líneas de investigación desarrolladas por el Equipo 3:

- Ingeniería de Vehículos y Transportes.
- Ingeniería de Máquinas y Desarrollo de Productos

INGENIERÍA DE VEHÍCULOS Y TRANSPORTES
Esta línea tiene por objetivo fundamental, la formación de doctores en áreas relacionadas con vehículos, sistemas tecnológicos de aplicación en el sistema de transporte y evaluación de los impactos energético, medioambiental y de seguridad. Centra su actividad, fundamentalmente, en dos modos del sistema: carretera y ferrocarril, así como en los problemas de intermodalidad. Las principales líneas científicas en las que se sustenta esta línea son:

- Mecánica computacional aplicada a la dinámica vehicular.
- Modelos y métodos de optimización de estructuras vehiculares con criterios de seguridad y reducción de peso.
- Metodología integrada de investigación científica de accidentes de tráfico y evaluación de la influencia de factores socioeconómicos, tecnológicos y otros.
- Desarrollo de vehículos eléctricos e híbridos. Optimización de sistemas de propulsión.
- Modelos de evaluación del impacto medioambiental de los vehículos y análisis de ciclo de vida.
- Sistemas inteligentes de transporte. Integración sensorial en sistemas de ayuda al conductor.
- Simulación dinámica de sistemas ferroviarios, explotación de líneas ferroviarias y aplicación de técnicas de Realidad Virtual al desarrollo de simuladores de formación y otros.
- Diseño, cálculo y optimización de elementos vehiculares ferroviarios.
- Sistemas de control, planificación y explotación ferroviaria en los diferentes segmentos de transporte de mercancías, pasajeros e intermodal.
- Implementación y simulación de sistemas de señalización ferroviaria, validación y puesta en servicio de nuevos desarrollos ferroviarios.
- Sensorización y monitorización inteligente, comunicaciones, técnicas de inspección, auscultación, ensayos y aplicaciones de redes de sensores inteligentes.
- Seguridad intrínseca a la circulación e inviolabilidad de las instalaciones.

Las actividades de esta línea coinciden con temas de diferentes áreas incluidas tanto en planes nacionales como europeos de financiación de la investigación, como se indicó en el punto 1.2. Los profesores avalistas han dirigido proyectos en los diferentes ámbitos que integran esta

línea de investigación, tanto a nivel nacional como internacional, aportando una elevada producción científica y habiendo formado más de 20 doctores (5 desde 2008).

POSIBLES COLABORACIONES:

- **Dr. Pete Thomas: es uno de los principales expertos europeos en la línea de investigación en seguridad de vehículos automóviles y en investigación de accidentes de tráfico. Se acompaña breve CV.**
  Pete Thomas is the Head of the Transport Safety Research Centre at Loughborough University. He is a specialist in the area of accident and injury causation and has made many contributions to vehicle and road safety. He has published over 150 research papers on a broad range of vehicle safety issues, including active safety systems, injury biomechanics and causation, crash test procedures and accident data analysis.
  Research
- **Dr. Marc Gaudry: es un experto en modelos macroeconómicos de movilidad y seguridad vial a través de la metodología DRAG desarrollada por M. Gaudry y aplicada en varios países (Noruega, Francia, Alemania, Bélgica) y regiones (Québec, Estocolmo, California) por distintos investigadores. Las últimas aplicaciones se han desarrollado para España y Argelia en 2007-2009 y 2011. Se acompaña breve CV.**
  Marc Gaudry is a long-time Professor of Economics at the University of Montreal, Canada. He has previously also held professorships at the Université Louis Pasteur (Strasbourg) and the Universität Karlsruhe (Germany). He is the author of DRAG, the pioneering econometric accident model for Quebec, and of the TRIO software for estimating aggregate or disaggregate econometric models with multiple, estimably non-linear functional relationships (Box-Cox transformations). He has authored 47 articles in scientific journals, 43 chapters in books or proceedings, and 80 software manuals and other reports.
- **Dr. Matyas Matolcsy: experto en seguridad general y pasiva de autobuses y autocares.**
  Vicepresidente del Grupo de reglamentación en seguridad General de los vehículos GRSG, representante húngaro en el mismo. Ha contribuido notablemente en el desarrollo del reglamento 66 de Ginebra en todas sus revisiones y ha sido presidente del grupo informal de estudio de la influencia de la obligatoriedad de la instalación y uso de los cinturones en accidentes con vuelco de los V.G.D.T.P. Presidente del comité científico técnico de FISITA 2012 y vice-presidente de la sociedad científica de ingenieros mecánicos de Hungría.
- **Dr. Jack Wismans: es uno de los principales expertos europeos en la línea de investigación en seguridad pasiva de vehículos automóviles y en la biomecánica del impacto. Se acompaña breve CV.**
  International expert for over 30 years in the field of passive safety in automobiles and one of the five founders of the TNO Automotive, where he was involved in developing the MADYMO software and also in mathematical models for crash dummies and human body. He was president of the "Core Group" of the largest European integrated project related to passive safety (APROSYS). He is president of EEVC WG12 dedicated to the impact dummies and biomechanics of injuries. He is currently a professor at Chalmers University and is part of the "International Research Council on the Biomechanics of Injury" (IRCOBI) and the "Advisory Board" of "Stapp Car Crash Conference".
- **Dr. Simon Iwnicki:**

In 2012 he joined the University of Huddersfield as Professor of Railway Engineering and Director of the Institute of Railway Research. He was a principal lecturer at Manchester Metropolitan University where he teached applied mechanics and dynamics. Dr. Iwnicki has 15 years of railway vehicle computer modeling experience and has presented papers to international conferences and lectured widely on vehicle – track interaction. He is the editor of the Journal of Rail and Rapid Transit and the co-editor (responsible for railway matters) of the international journal Vehicle System Dynamics. He is the head of the Rail Technology Unit, a research and consultancy group based in the Department of Engineering and Technology. The unit specializes in the use of computer simulation tools for a variety of railway applications and carries out research and consultancy work on government and industry-funded projects. Dr. Iwnicki is a member of the technical advisory group of the United Kingdom Vehicle/Track System Interface Committee.

- **Dr. Oldrich Polach:**
  He is Chief Engineer, Dynamics, at Bombardier Transportation, Winterthur, Switzerland, responsible for sites in Business Unit Bogies Europe. Before joining the railway industry in 1993 he was a research worker and reader at the University of Transport and Communication in Zˇ ilina, Czechoslovakia, where he finished his doctoral thesis and obtained his postdoctoral lecture qualification. He teaches railway vehicle dynamics at the ETH Swiss Federal Institute of Technology Zurich and at the Technical University in Berlin. He is a member of the editorial boards of the international journals Vehicle System Dynamics, the International Journal of Vehicle Systems Modelling and Testing, and the European Railway Review, and a member of the working group "Interaction Vehicle – Track" of the European Committee for Standardisation CEN TC 256. His research interests include vehicle dynamics and contact between wheel and rail. His publication activity was awarded the PE Publishing W. A. Agnew/C. N. Goodall Award and the prestigious George Stephenson Prize in 2002.
- **Dr. Mats Berg:**
  He is Professor and Head of Railway Technology at the Royal Institute of Technology (KTH) in Stockholm. Before joining KTH in 1993 he worked at ABB Traction in Vastera˚s, University of California at Berkeley, and obtained his Ph.D. from Lund Institute of Technology in 1987. His main research field is vehicle – track interaction with emphasis on the aspects of structural dynamics, suspension dynamics, track dynamics, and wheel – rail wear. Professor Berg has authored many papers and reports in this field and advised several Ph.D. students. He teaches courses on rail vehicle dynamics and general railway engineering in degree programmes as well as for practising engineers of the railway sector (both in Sweden and internationally).

INGENIERÍA DE MÁQUINAS Y DESARROLLO DE PRODUCTOS

La línea de investigación en **Ingeniería de Máquinas y Desarrollo de Productos** está orientada a formar doctores en todo tipo de áreas ligadas al desarrollo de máquinas y productos, incluyendo áreas de estudio como el diseño, cálculo, construcción y ensayo de máquinas y productos, la Tribología (fricción, lubricación, desgaste) aplicada a Ingeniería Mecánica, el ensayo y mantenimiento de máquinas, la seguridad y normativa en máquinas, las vibraciones en máquinas, los microsistemas electromecánicos, el diseño y fabricación con polímeros, la

Biomecánica, la Bioingeniería y el desarrollo de dispositivos médicos, el desarrollo de máquinas y productos empleando materiales compuestos, el desarrollo de dispositivos basados en materiales inteligentes, la Historia de las máquinas y del desarrollo de productos o la innovación educativa en Ingeniería Mecánica.

Para potenciar la formación de doctorandos, se aprovecharán los contactos internacionales previamente mencionados para fomentar la realización de estancias pre-doctorales (orientadas a obtención de doctorados con mención europea) y post-doctorales como apoyo a potenciar la empleabilidad de los egresados en puestos científicos de alto nivel, con lo que se conseguirá también dotar de continuidad a todas las colaboraciones establecidas.

En todos los temas de esta línea los investigadores del equipo 3 han desarrollado numerosos proyectos a nivel nacional e internacional, con una elevada producción científica y con la formación de 8 doctores desde el año 2008. En concreto hemos llevado a cabo proyectos de investigación con financiación pública competitiva (7) y con financiación privada (>20 en los últimos 5 años), además de otros 12 proyectos de innovación educativa, otros 4 proyectos de acceso a instalaciones estratégicas financiados por el EU-FP7 y diversos proyectos para administraciones regionales y nacionales.

Todo ello se ha traducido también en la concesión de 12 patentes (4 de ellas en explotación), la publicación de más de 25 artículos indexados en el JCR, así como de 4 libros (2 de ellos en las editoriales internacionales “Springer” y “PAN Stanford Publishing”), más de 20 capítulos en otros libros y más de 50 ponencias en congresos internacionales.

La presente línea de investigación se sustenta también en una serie de colaboraciones internacionales relevantes, consecuencia de 4 estancias de investigación realizadas por nuestros profesores en los últimos 5 años y que ayudan a potenciar las áreas de actuación anteriormente citadas y que servirán también de centros de acogida para que nuestros doctorandos puedan realizar estancias de movilidad. Se detallan las principales bajo estas líneas.

En el marco del área de estudio y desarrollo de elementos de máquinas en materiales compuestos, D. Juan Manuel Muñoz Guijosa ha realizado una estancia como profesor visitante, con beca europea competitiva, de tres meses de duración en el departamento de ingeniería mecánica del Tokyo Institute of Technology. Además de la impartición de una asignatura de metodología de desarrollo de productos, participó en un proyecto de investigación relacionado con la mejora de las propiedades mecánicas de nanocomposites polímero-nanotubos de carbono. Se acaba de finalizar la solicitud de un proyecto europeo en colaboración con dicha institución y con el ETHZ.

Asimismo, en el marco del área de vibraciones en máquinas, dicho profesor realizó otra estancia de 21 días, con una beca de la UPM, en el departamento de física para la ingeniería de la universidad de Tsinghua en Pekín. El tema de la estancia fue la modelización de vibraciones en maquinaria de muy alta velocidad. De dicha estancia se derivó un convenio de colaboración, que permitió la realización de una estancia de 6 meses de duración para la realización de un proyecto de fin de carrera en dicho tema por parte de la alumna Dª Elisa Gallego Tellechea.

En relación con el empleo de tecnologías de diseño, ingeniería y fabricación asistidas por computador, para el desarrollo rápido de productos y máquinas, así como para la obtención de nuevas soluciones en el área de la Biomecánica, la Bioingeniería y el desarrollo de dispositivos médicos basados en materiales y geometrías especiales, el Profesor D. Andrés Díaz Lantada ha colaborado a través de una estancia de investigación con el Institute of Materials Science and Technology y con el Additive Manufacturing Laboratory de la Technical University of Viena, con quienes se ha llevado a cabo un proyecto sobre nuevos andamios para ingeniería de tejidos basados en geometrías fractales y obtenidos empleando biopolímeros fotosensibles. La intención es continuar la colaboración mediante solicitudes conjuntas de proyectos europeos, así como mediante la realización de estancias post-doctorales y pre-doctorales orientadas a obtención de títulos de doctor con mención europea.

Las actuaciones en el área de desarrollo de productos basados en materiales inteligentes, materiales compuestos y Bioingeniería cuentan también con el apoyo del "European Virtual Institute of Knowledge-Based Multifunctional Materials", en el que el Profesor D. Andrés Díaz Lantada ejerce de contacto a nivel UPM, de cara a potenciar la investigación sobre desarrollo de productos basados en materiales con propiedades especiales. Dicho instituto cuenta con la vinculación de más de 50 socios europeos, entre los que se encuentran tanto universidades y centros públicos de investigación, como centros tecnológicos públicos y privados y empresas de sectores como la aeronáutica, la automoción, la construcción, la industria metal-mecánica y la industria médica.

También destacable es la colaboración con el Laboratorio di Robotica e Meccatronica de la Universidad de Casino, con la que se ha trabajado en el estudio de aspectos ligados al diseño seguro de robots y brazos robotizados, estudios articulados a través de una estancia post-doctoral del Prof. D. Javier Echávarri Otero y otra estancia pre-doctoral de D. Santiago Cabrera, que han permitido también desarrollar modelos de interacción robot-humano, ligados también a aspectos biomecánicos. Con dicho equipo se trabaja también activamente en aspectos relacionados con la historia de las máquinas, habiendo realizado la publicación conjunta "A brief illustrated history of machines and mechanisms", libro publicado por Springer.

En cuanto a estancias de alumnos, además de la ya citada de Dª Elisa Gallego, cabe destacar las de 3 meses de duración de D. Víctor Rodríguez de la Cruz y D. Daniel Fernández Caballero en el Illinois Institute of Technology (Chicago, EEUU).

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN ACTIVO

The sustainable freight railway: Designing the freight vehicle track system for higher delivered tonnage with improved availability at reduced cost.
IP: Juan de Dios Sanz Bobi. ETSII – UPM.
Start date: 2011-06-01
End date: 2015-05-31
Duration: 48 months
Project Reference: 265740
Project cost: 9438780 EURO

Project Funding: 6599933 EURO
Project cost - UPM: 141582 EURO
Project Funding - UPM: 106186 EURO
Programme Acronym: FP7-TRANSPORT
Programme type:Seventh Framework Programme
Subprogramme Area:The sustainable freight railway: Designing the freight vehicle - track system for higher delivered tonnage with improved availability at reduced cost
Contract type:Large-scale integrating project
URL: http://www.sustrail.eu/
Subject index: Transport, Economic Aspects
Project Acronym: SUSTRAIL
Participants: 8

AVALISTA 1: Francisco Aparicio Izquierdo
Catedrático de Universidad. Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación. UPM
Año de obtención del último tramo de investigación: 2011
Tesis doctorales dirigidas:

TESIS 1:

Título Desarrollo de una metodología para la evaluación de la seguridad de tráfico y el análisis de la influencia del transporte de mercancías y el trasvase intermodal entre modos terrestres.
Doctorando Blanca Arenas Ramírez
Fecha de lectura 2008
Calificación Apto Cum Laude

Artículos asociados:

45. Ramírez, B.A., Izquierdo, F.A., Fernández, C.G., Méndez, A.G. The influence of heavy goods vehicle traffic on accidents on different types of Spanish interurban roads (2009) Accident Analysis and Prevention, 41 (1), pp. 15-24.

46. Aparicio Izquierdo, F., Arenas Ramírez, B., Bernardos Rodríguez, E. The interurban DRAG-Spain model: The main factors of influence on road accidents in Spain (2013) Research in Transportation Economics, 37 (1), pp. 57-65.

TESIS 2:

Título Desarrollo de una metodología para la evaluación y gestión de la seguridad en empresas de transporte de pasajeros por carretera.
Doctorando Yago Colodrón Sesemann
Fecha de lectura 2009
Calificación Apto Cum Laude

Artículos asociados:

47. Izquierdo, F.A., Sesemann, Y.C., Alonso, J.A.T. Safety management evaluation in bus and coach companies (2009) Transport Reviews, 29 (6), pp. 665-684.

TESIS 3:

Título Desarrollo y aplicación de modelos de análisis de la contribución de la evolución tecnológica de los vehículos a la seguridad vial.
Doctorando Álvaro Gómez Méndez
Fecha de lectura 2010
Calificación Apto Cum Laude

Artículos asociados:

48. Méndez, A.G., Izquierdo, F.A., Ramírez, B.A. Evolution of the crashworthiness and aggressivity of the Spanish car fleet (2010) Accident Analysis and Prevention, 42 (6), pp. 1621-1631.

49. Méndez, A.G., Izquierdo, F.A. Quasi-induced exposure: The choice of exposure metrics (2010) Accident Analysis and Prevention, 42 (2), pp. 582-588.

AVALISTA 2: Jesus Félez Mindán
Catedrático de Universidad. Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación. UPM
Año de obtención del último tramo de investigación: 2006
Tesis doctorales dirigidas:

TESIS 1:
Título Metodología analítica para el estudio de sensibilidades aplicado a modelos de simulación dinámica de vehículos ferroviarios, desde el punto de vista de la seguridad, la fatiga de vía y la calidad de marcha.
Doctorando Berta Suarez Esteban
Fecha de lectura 2010
Calificación Apto Cum Laude

Artículos asociados:

50. Suarez, B.; Felez, J; Lozano, J.A.; Rodriguez, P. Influence of the track quality and of the properties of the wheel– rail rolling contact on vehicle dynamics. Vehicle System Dynamics: International Journal of Vehicle Mechanics and Mobility. Taylor & Francis, 09/2012 <DOI:10.1080/00423114.2012.725853>. ISSN 0042-3114. Índice de impacto: 0,722

51. Suarez, B.; Felez, J.; Maroto, J.; Rodriguez, P. Sensitivity analysis to assess the influence of the inertial properties of railway vehicle bodies on the vehicle's dynamic behaviour. Vehicle System Dynamics: International Journal of Vehicle Mechanics and Mobility.Taylor & Francis,09/2012. <DOI:10.1080/00423114.2012.725851>. ISSN 0042-3114. Índice de impacto: 0,722

AVALISTA 3: Blanca Arenas Ramírez
Profesor Contratado Doctor. Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación. UPM
Año de obtención del último tramo de investigación: 2011
Tesis doctorales dirigidas por avalista 1:

TESIS 1:
Título Evaluation of the effectiveness of safety-based incentives in Public Private Partnerships. Evidence from the case of Spain
Doctorando Dª Thais Rangel Guilherme Christiano
Fecha de lectura Julio de 2011
Calificación Sobresaliente

Artículos asociados:

52. Rangel, T., Galende, J. Innovation in public-private partnerships (PPPs): The Spanish case of highway concessions (2010) Public Money and Management, 30 (1), pp. 49-54.

53. Rangel, T., Vassallo, J.M., Arenas, B. Effectiveness of safety-based incentives in Public Private Partnerships: Evidence from the case of Spain (2012) Transportation Research Part A: Policy and Practice, 46 (8), pp. 1166-1176.

Conjunto de investigadores doctores participantes en el programa de doctorado asociados a la Línea: Ingeniería de Vehículos y Transportes:

Nombre	Categoría Profesional	Centro / Institución / Departamento	Último tramo de investigación reconocido	Participación en otros programas de doctorado
Francisco Aparicio Izquierdo	CU	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	2006-2011	NO
Jesus Félez Mindán	CD	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	2001-2006	NO
Blanca Arenas Ramírez	CU	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	2006-2011	NO
Javier García de Jalón de la Fuente	CU	ETSII – UPM – Dpto. Matemática Aplicada a la Ingeniería Industrial.	1996-2004	NO
Antonio Carretero Díaz	TU	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	2005-2010	NO
José Mª Cabanellas Becerra	TU	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	2001-2006	NO
José Manuel Mera Sánchez de Pedro	TU	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	NO	NO
María Luisa Martínez Muneta	TU	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	2006-2011	NO
Gregorio Romero Rey	TU	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	2005-2010	NO
José María López Martínez	TU	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	2004-2009	NO
Felipe Jiménez Alonso	TU	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	2004-2009	NO
Javier Páez Ayuso	TU	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	2002-2007	NO
Luis Martínez	TU	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	NO	NO
Enrique Alcalá Fazio	CD	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	NO	NO
Joaquín Maroto Ibáñez	CD	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	2004-2009	NO
Berta Suárez Esteban	CD	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	2004-2009	NO
Juan de Dios Sanz bobi	CD	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	NO	NO

Conjunto de investigadores doctores participantes en el programa de doctorado asociados a la Línea "Ingeniería de Máquinas y Desarrollo de Productos":

Nombre	Categoría Profesional	Centro / Institución / Departamento	**Último tramo de investigación reconocido**	**Participación en otros programas de doctorado**
Pilar Lafont Morgado	CU	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	2007-2012	Ingeniería Biomédica UPM
José Luis Muñoz Sanz	TU	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	2005-2010	NO
Juan Manuel Muñoz Guijosa	TU	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	2005-2010	NO
Julio Muñoz García	TU	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	NO	NO
Javier Echávarri Otero	TUI	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	2006-2011	NO
Andrés Díaz Lantada	L.D. PRF.CONTR.DOCT.	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	2006-2011	Ingeniería Biomédica UPM
Enrique Chacón Tanarro	L.D. AYUDANTE	ETSII – UPM – Dpto. Ingeniería Mecánica y Fabricación	NO	NO

6.1.4 Equipo 4:

Formado por los siguientes grupos de investigación:

- **Centro Laser** a través **del Grupo de Investigación en Ingeniería y Aplicaciones del Láser.**

Líneas de investigación desarrolladas por el Equipo 4:

- Ingeniería y Aplicaciones del Láser

La línea de investigación en Ingeniería y Aplicaciones del Láser está promovida por el Grupo de Investigación "Ingeniería y Aplicaciones del Láser", reconocido oficialmente por la UPM como Grupo Consolidado en su convocatoria de reconocimiento de Grupos de Investigación de 2005.

Dicho Grupo de Investigación, en formación a partir de 1990, alberga en su seno un total de 15 Doctores, de los cuales 2 Catedráticos de Universidad, 3 Profesores Titulares de Universidad, 4 Profesores Doctores Contratados, 2 Ayudantes (en proceso de transformación a Profesores Ayudantes Doctores) y 4 Doctores contratados para desarrollo de Proyectos de I+D+i.

A lo largo de su ya relativamente larga trayectoria, el Grupo de Investigación ha tenido la oportunidad de participar en importantes Proyectos de I+D+i de ámbito nacional e internacional, habiendo cabido a sus miembros la responsabilidad de coordinación de diferentes grupos de trabajo, consorcios e iniciativas en el campo de la Tecnología Láser a nivel internacional, siendo algunos de los más notables la coordinación del paraguas EUREKA-EULASNET (Laser Technology and Applications), la pertenencia al Comité Ejecutivo del European Laser Institute, la actuación de sus miembros como ponentes internacionales en la Eurolaser Academy y otras actuaciones destacadas.

A lo largo de dicho camino, la producción científica del Grupo ha sido asimismo notable (más de 50 artículos en revistas de ámbito internacional indexadas JCR en los últimos 5 años, aparte de numerosas comunicaciones en congresos asimismo de ámbito internacional, muchos de los cuales con carácter invitado), destacando sus contribuciones en varias temáticas fundamentales:

- Desarrollo e instrumentación industrial de aplicaciones industriales de los láseres de potencia.
- Desarrollo de procesos y técnicas de micro y nanofabricación con láser.
- Desarrollo de aplicaciones de los láseres a muy elevada intensidad.
- Desarrollo de aplicaciones de fabricación con láser de módulos fotovoltaicos.
- Desarrollo de tecnologías fotónicas y sensores microfluídicos basados en láser.
- Desarrollo e instrumentación de métodos de caracterización geométrica y metrología dimensional.
- Desarrollo de tecnologías de análisis químico y medioambiental basada en láser

y siendo los Proyectos de I+D+i de financiación pública competitiva más significativos desarrollados durante el citado período:

- Análisis Integrado Teórico-Experimental de Procesos de Tratamiento de Choque por Láser de Componentes Metálicos (SHOCKLAS+). Proyecto PNI+D. MAT2008-02704.
- Desarrollo de Tecnologías de Microfabricación Innovadoras para la Generación de Nuevos Negocios y el Incremento de la Competitividad de la Industria Española en Mercados Incipientes (MICROMANUFACTURING). Proyecto Singular Estratégico. PSE-020400-2007-2.
- La Excelencia Española en Rapid Manufacturing. Desarrollo y Aplicación de la Tecnología de Deformación Incremental de Segunda Generación, para Aplicaciones Estratégicas. Proyecto Consorciado con Centros Tecnológicos. PID-560300-2009-11.
- Alternativas Electroquímicas, Láser, CVD y EOP para la Generación y Mejora de Recubrimientos Sustitutivos de los de Metales Pesados (ALELLA). Proyecto PROFIT. CIT-370200-2007-14.
- Claves Científicas para el Desarrollo de Dispositivos Fotovoltaicos Avanzados de Silicio en Lámina Delgada Comerciales (CLASICO). Proyecto PNI+D. ENE2007-67742-C04-02.
- Diseño e Industrialización de Módulos Fotovoltaicos en Silicio de Capa Fina (MICROSIL08). Proyecto Singular Estratégico. PSE-120000-2007-7.
- New Photonic Systems on a Chip based on Dyes for Sensor Applications Scalable at Wafer Fabrication (PHODYE). Proyecto FP-6 (EC). N. 033793.
- Estructuras Nano-opto-fluídicas para Sensado Bioquímico basado en Técnicas de Interrogación Óptica de Alta Sensibilidad (BIOPSIA). Proyecto PNI+D. TEC2008-06574-C03-01.
- Trazabilidad y Estimación de Incertidumbre en Metrología Óptica. Proyecto PNI+D. DPI2008-01351/DPI).
- Desarrollo e Instrumentación de un Sistema de medición remota para la vigilancia y control de gases contaminantes en entornos urbanos. Proyecto PNI+D. A069/2007/3-13.4.

A su vez, en el momento presente y para el futuro inmediato, el Equipo responsable de la Línea de Investigación , dispone de la adecuada financiación que asegure la continuidad de su trabajo en los próximos años, tanto de carácter público competitivo como también de carácter privado cooperativo, siendo los más significativos Proyectos del primer tipo ya concedidos o en curso:

- Análisis Integrado Teórico-Experimental de la Técnica LSP aplicada a la Mejora de Propiedades Mecánicas y Superficiales de Componentes Metálicos de Alta Fiabilidad (SHOCKLAS-RELY). Proyecto PNI+D. MAT2012-37782.
- Avances en Materiales e Interfaces para Células de Silicio en Lámina Delgada (AMICS). Proyecto PNI+D. ENE2010-21384-C04-02.
- Simulación de Procesos Láser en la Industria Fotovoltaica. Proyecto PNI+D. ENE2011-23359.
- Innovación en Dispositivos Fotovoltaicos e Integración Arquitectónica Solar (INNDISOL). Proyecto INNPACTO. IPT-420000-2010-6.
- Biochip Kits basados en Celdas Biofotónicas y Plataformas Avanzadas de Interrogación Óptica (PLATÓN). Proyecto PNI+D. TEC2012-31145.
- Innovación y Desarrollo de Sistemas Portátiles de Detección Biológica Óptica de Alta Eficiencia (INNBIOD). Proyecto INNPACTO. IPT-2011-1429-01000.

Adicionalmente, el Equipo responsable de la Línea de Investigación desarrolla colaboraciones con otros grupos, todos ellos con un elevado reconocimiento tanto a nivel nacional como internacional, en temáticas plenamente concordantes y complementarias desde el punto de vista de la formación doctoral con la orientación de su investigación, siendo las más notables:

- Instrumentación y caracterización experimental de procesos de tratamiento de materiales con láseres impulsionales (Univ. de la Méditerranée, Marsella, Francia).
- Caracterización experimental y control de propiedades de haces láser (Depto. Óptica Univ. Complutense de Madrid)
- Espectroscopia y materiales láser (Inst. Ciencia de Materiales. CSIC y otros grupos dentro de la UPM)
- Optoelectrónica e instrumentación láser (Grupo Tecn. Láser Univ. Carlos III)
- Procesos fotoquímicos con láseres de pulsos ultracortos (Centro de Láseres Pulsados Ultraintensos, Univ. Salamanca e Instituto de Optoelectrónica, Military Univ. of Technology, Varsovia, Polonia).
- Desarrollo y caracterización de procesos de tratamiento de materiales con láseres de elevada potencia (Depto. de Materiales, Univ. Nova de Lisboa, Univ. Politehnica de Bucharest, Rumanía)
- Caracterización mecánica y superficial de materiales tratados con láseres de elevada intensidad (CIDESI, México, Depto. de Materiales, Univ. de Ljubljana, Eslovenia y Universidades de Cranfield y Open University, Reino Unido)

Proyecto activo con financiación pública competitiva:

Organismo Financiador Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO)
Título proyecto BIOCHIP KITS BASADOS EN CELDAS BIOFOTONICAS Y PLATAFORMAS AVANZADAS DE INTERROGACION OPTICA (PLATON)
Código TEC2012-31145
Financiación (€)132000 + Costes indirectos
Fecha Inicio / Fin 2012-2014
Investigador Principal Miguel Holgado Bolaños
Investigadores Marifé Laguna Heras, Rafael Casquel del Campo, Francisco Javier Sanza Gutiérrez, Alvaro Lavín Hueros

AVALISTAS:

José Luis Ocaña Moreno
Carlos Molpeceres Alvarez
Miguel Holgado Bolaños

AVALISTA 1: José Luis Ocaña Moreno
Catedrático de Universidad. Dpto. Física Aplicada a la Ingeniería Industrial. UPM
Año de obtención del último tramo de investigación: 2010
Tesis doctorales dirigidas:

TESIS 1:

Título OPTIMIZACION DE CAMPOS DE TENSIONES RESIDUALES EN PROCESOS DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE MATERIALES METALICOS MEDIANTE ONDAS DE CHOQUE GENERADAS POR LÁSER
Doctorando: JUAN ANTONIO PORRO GONZÁLEZ
Fecha de lectura 21.MAY.2010
Calificación Sobresaliente "Cum Laude

Artículos asociados:

54. Iordachescu, M., Valiente, A., Caballero, L., Iordachescu, D., Ocaña, J.L., Porro, J.A. Laser Shock Processing influence on local properties and overall tensile behavior of friction stir welded joints (2012) Surface and Coatings Technology, 206 (8-9), pp. 2422-2429.

55. Rubio-González, C., Felix-Martinez, C., Gomez-Rosas, G., Ocaña, J.L., Morales, M., Porro, J.A. Effect of laser shock processing on fatigue crack growth of duplex stainless steel (2011) Materials Science and Engineering A, 528 (3), pp. 914-919.

56. Gomez-Rosas, G., Rubio-Gonzalez, C., Ocaña, J.L., Molpeceres, C., Porro, J.A., Morales, M., Casillas, F.J. Laser Shock Processing of 6061-T6 Al alloy with 1064 nm and 532 nm wavelengths (2010) Applied Surface Science, 256 (20), pp. 5828-5831.

57. Morales, M., Ocaña, J.L., Molpeceres, C., Porro, J.A., García-Beltrán, A. Model based optimization criteria for the generation of deep compressive residual stress fields in high elastic limit metallic alloys by ns-laser shock processing (2008) Surface and Coatings Technology, 202 (11), pp. 2257-2262.

AVALISTA 2: Carlos Molpeceres Alvarez
Catedrático de Universidad. Dpto. Física Aplicada a la Ingeniería Industrial. UPM
Año de obtención del último tramo de investigación: 2011
Tesis doctorales dirigidas:

TESIS 1:

Título MICROPROCESOS LÁSER PARA LA MEJORA DE DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS BASADOS EN SILICIO CRISTALINO
Doctorando MARÍA ISABEL SÁNCHEZ ANIORTE
Fecha de lectura 05.DIC.2012

Calificación Apto Cum Laude

Artículos asociados:

58. Ortega, P., Orpella, A., Martín, I., Colina, M., López, G., Voz, C., Sánchez, M.I., Molpeceres, C., Alcubilla, R. Laser-fired contact optimization in c-Si solar cells (2012) Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 20 (2), pp. 173-180.

59. Sánchez-Aniorte, I., Barrio, R., Casado, A., Morales, M., Cárabe, J., Gandía, J.J., Molpeceres, C. Optimization of laser-firing processes for silicon-heterojunction solar-cell back contacts (2012) Applied Surface Science, 258 (23), pp. 9443-9446.

60. Lauzurica, S., García-Ballesteros, J.J., Colina, M., Sánchez-Aniorte, I., Molpeceres, C. Selective ablation with UV lasers of a-Si:H thin film solar cells in direct scribing configuration (2011) Applied Surface Science, 257 (12), pp. 5230-5236.

61. I. Sánchez-Aniorte, M. Colina, F. Perales, C. Molpeceres. Optimization of laser fired contact processes in c-Si solar cells 5 (2010). Surface & Coatings Technology. 285-292

AVALISTA 3: Miguel Holgado Bolaños
Profesor Contratado Doctor I3. Dpto. Física Aplicada a la Ingeniería Industrial. UPM
Año de obtención del último tramo de investigación: 2009
Tesis doctorales dirigidas:

TESIS 1:
Título Biosensor based on vertically interrogated optofluidid sensing cells
Doctorando Rafael Casquel del Campo
Fecha de lectura 3-dic- 2012
Calificación Apto Cum Laude. Mención Europea.

Artículos asociados:

62. Aparicio, F.J., Holgado, M., Borras, A., Blaszczyk-Lezak, I., Griol, A., Barrios, C.A., Casquel, R., Sanza, F.J., Sohlström, H., Antelius, M., González-Elipe, A.R., Barranco, A. Transparent nanometric organic luminescent films as UV-active components in photonic structures (2011) Advanced Materials, 23 (6), pp. 761-765.

63. Sanza, F.J., Laguna, M.F., Casquel, R., Holgado, M., Barrios, C.A., Ortega, F.J., López-Romero, D., García-Ballesteros, J.J., Bañuls, M.J., Maquieira, A.,

Puchades, R. Cost-effective SU-8 micro-structures by DUV excimer laser lithography for label-free biosensing (2011) Applied Surface Science, 257 (12), pp. 5403-5407.

64. Holgado, M., Barrios, C.A., Ortega, F.J., Sanza, F.J., Casquel, R., Laguna, M.F., Bañuls, M.J., López-Romero, D., Puchades, R., Maquieira, A. Label-free biosensing by means of periodic lattices of high aspect ratio SU-8 nano-pillars (2010) Biosensors and Bioelectronics, 25 (12), pp. 2553-2558.

65. López-Romero, D., Barrios, C.A., Holgado, M., Laguna, M.F., Casquel, R. High aspect-ratio SU-8 resist nano-pillar lattice by e-beam direct writing and its application for liquid trapping (2010) Microelectronic Engineering, 87 (4), pp. 663-667.

Conjunto de investigadores doctores participantes en el programa de doctorado asociados a la Línea : Ingeniería y Aplicaciones del Láser:

Nombre	Categoría Profesional	Centro / Institución / Departamento	Último tramo de investigación reconocido	Participación en otros programas de doctorado
José Luis Ocaña Moreno	CU	Física Aplicada a la Ingeniería Industrial	2005-2010	NO
Carlos Luis Molpeceres Alvarez	CU	Física Aplicada a la Ingeniería Industrial	2006-2011	NO
Miguel Holgado Bolaños	PCD	Física Aplicada a la Ingeniería Industrial	2004-2009	NO
Angel María Sánchez Pérez	CU	Física Aplicada a la Ingeniería Industrial	1985-1990	Metrología y Calidad Industrial (Conjunto con UNED)
Jesús de Vicente Oliva	PTU	Física Aplicada a la Ingeniería Industrial	NO	NO
Miguel Morales Furió	PTU	Física Aplicada a la Ingeniería Industrial	2006-2011	NO
Maria Fe Laguna Heras	PCD	Física Aplicada a la Ingeniería Industrial	2004-2009	NO

REFERENCIA COMPLETA A 10 TESIS DOCTORALES SELECCIONADAS Y UNA PUBLICACIÓN ASOCIADA JUNTO CON SUS INDICIOS DE CALIDAD:
Se identifica con un * a los investigadores de la línea.

Línea de investigación: Dinámica Computacional e Ingeniería Sísmica.
TESIS 1: Damage identification of civil structures using model updating strategy. Doctorando: Sheng-En FANG. Director: Ricardo Perera Velamazán*. Fecha de Lectura: 16-12-2009. UPM. Calificación: Sobresaliente Cum Laude. PUBLICACIÓN DERIVADA: S.E. FANG, W.X. REN, R. PERERA*. A stochastic model updating method for parameter variability quantification based on response surface models and monte carlo simulation. : Mechanical Systems and Signal Processing, Nº 33, pp. 83-96. 2012. DOI: 10.1016/j.ymssp.2012.06.028. 1er Cuartil. Categoría: ENGINEERING, MECHANICAL. Factor de impacto: 2,075
TESIS 2: Predicción de la capacidad límite ultima de disipación de energía de estructuras porticadas con vigas planas existentes. Doctorando: Rami Zahran. Director: Amadeo Benavent* Climent. Fecha de Lectura: 26-06-2009. Universidad de Granada. Calificación: Sobresaliente Cum Laude. PUBLICACIÓN DERIVADA: A. BENAVENT-CLIMENT*, X. CAHÍS, R. ZAHRAN. Exterior wide beam-column connections in existing RC frames subjected to lateral earthquake loads. ENGINEERING STRUCTURES, 31(7), pp. 1414-1424, 2009, DOI: 10.1016/j.engstruct.2009.02.008. 1er Cuartil. Categoría: ENGINEERING, MECHANICAL. Factor de impacto: 1,414
Línea de investigación: Ingeniería Acústica.
TESIS 3: Modelos numéricos de propagación acústica para oceanografía sísmica. Doctorando: Jean Antonie Kormann. Director: Pedro Cobo Parra y Manuel Recuero López* Fecha de Lectura: 29/10/2008. UPM. Calificación: Sobresaliente Cum Laude. PUBLICACIÓN DERIVADA: Kormann, J., Cobo, P., Biescas, B., Sallarés, V., Papenberg, C., Recuero, M*., Carbonell, R. Synthetic modelling of acoustical propagation applied to seismic oceanography experiments (2010). Geophysical Research Letters, 37 (6). 1er Cuartil. Categoría: GEOSCIENCES, MULTIDISCIPLINARY. Factor de impacto: 3,505
Línea de investigación: Ingeniería de Fabricación.
TESIS 4: Influencia de la variación de las condiciones de mecanizado en el fresado periférico. Doctorando: Hilde Pérez García. Director: Antonio Vizán Idoipe*. Fecha de Lectura: 2012. UPM. Calificación: Sobresaliente Cum Laude. PUBLICACIÓN DERIVADA: "Diez Cifuentes, E., Pérez García, H., Guzmán Villaseñor, M., Vizán Idoipe, A*. Dynamic analysis of run out correction in milling. (2010) International Journal of Machine Tools and Manufacture, 50 (8), pp. 709-717. 1er Cuartil. Categoría: ENGINEERING, MECHANICAL. Factor de impacto: 1,919
Línea de investigación: Ingeniería de Vehículos y Transportes.
TESIS 5: Evaluation of the effectiveness of safety-based incenties in Public Private Partnerships. Evicence from the case of Spain. Doctorando: Thais Rangel Guilherme Christiano. Directora: Blanca Arenas Ramírez *. Fecha de Lectura: 07/2011. UPM. Calificación: Sobresaliente Cum Laude. PUBLICACIÓN DERIVADA: Rangel, T., Vassallo, J.M., Arenas, B*. Effectiveness of safety-based incentives in Public Private Partnerships: Evidence from the case of Spain (2012)

Transportation Research Part A: Policy and Practice, 46 (8), pp. 1166-1176. 1er Cuartil. Categoría: TRANSPORTATION SCIENCE & TECHNOLOGY. Factor de impacto: 2,354
TESIS 6: Desarrollo y aplicación de modelos de análisis de la contribución de la evolución tecnológica de los vehículos a la seguidad vial. Doctorando: Álvaro Gómez Méndez. Director: Francisco Aparicio Izquierdo*. Fecha de Lectura: 18/02/2010. UPM. Calificación: Apto Cum Laude. PUBLICACIÓN DERIVADA: Méndez, A.G., Izquierdo, F.A*., Ramírez, B.A. Evolution of the crashworthiness and aggressivity of the Spanish car fleet (2010) Accident Analysis and Prevention, 42 (6), pp. 1621-1631. 1er Cuartil. Categoría: ERGONOMICS. Factor de impacto: 2,353.
Línea de investigación: Ingeniería de Máquinas y Desarrollo de Productos.
TESIS 7: Metodología para el desarrollo de dispositivos médicos basados en el empleo de polímeros activos como sensores y actuadores. Doctorando: Andrés Díaz Lantada. Directora: Pilar Lafont Morgado*.- Fecha de Lectura: 07/2009. UPM. Calificación: sobresaliente Cum laude. Premio Extraordinario a Mejor Tesis de la ETSII-UPM. 2º Premio de Tesis Doctorales del COIIM. PUBLICACIÓN DERIVADA: Díaz Lantada, A*.; Lafont Morgado, P*.- Rapid prototyping for biomedical engineering: Current capabilities and challenges". Annual Review of Biomedical Engineering, 14, 73-96, 2012. 1er Cuartil. Categoría: ENGINEERING, BIOMEDICAL. Factor de impacto: 12,214.
TESIS 8: Modelización en contactos termoelastohidrodinámicos. Doctorando: Enrique Chacón Tanarro. Directores: Pilar Lafont Morgado* y Javie Echávarri Otero, Fecha de Lectura: 12/2012. UPM. Calificación: Apto Cum laude. PUBLICACIÓN DERIVADA:. de la Guerra Ochoa, J. Echávarri Otero, E*. Chacón Tanarro, P*. Lafont Morgado, A*. Díaz Lantada, J.M*. Munoz-Guijosa, J.L*. Muñoz Sanz. J* New Reynolds Equation for Line Contact based on the Carreau model modification by Bair, Tribology International, 2012. 1er Cuartil. Categoría: ENGINEERING, MECHANICAL. Factor de impacto: 1,553.
Línea de investigación: Ingeniería y Aplicaciones del Láser.
TESIS 9: Biosensor based on vertically interrogated optofluidic sensing cells. Doctorando: Rafael Casquel del Campo. Director: Miguel Holgado Bolaños*. Fecha de Lectura: 03/12/2012. Calificación: Apto Cum Laude. UPM. Mención Europea. PUBLICACIÓN DERIVADA: Aparicio, F.J., Holgado, M*., Borras, A., Blaszczyk-Lezak, I., Griol, A., Barrios, C.A., Casquel, R., Sanza, F.J., Sohlström, H., Antelius, M., González-Elipe, A.R., Barranco, A. Transparent nanometric organic luminescent films as UV-active components in photonic structures (2011) Advanced Materials, 23 (6), pp. 761-765. 1er Cuartil. Categoría: PHYSICS, APPLIED. Factor de impacto: 13,877.
TESIS 10: Microprocesos láser para la mejora de dispositivos fotovoltacios basados en silicio cristalino. Doctorando: María Isabel Sánchez Aniorte. Director: Carlos Luis Molpeceres Alvares*. Fecha de Lectura: 05/12/2012. UPM. Calificación: Apto Cum Laude. PUBLICACIÓN DERIVADA: Ortega, P., Orpella, A., Martín, I., Colina, M., López, G., Voz, C., Sánchez, M.I., Molpeceres, C*., Alcubilla, R. Laser-fired contact optimization in c-Si solar cells (2012) Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 20 (2), pp. 173-180. 1er Cuartil. Categoría: PHYSICS, APPLIED. Factor de impacto: 5,789.

REFERENCIA COMPLETA DE UN TOTAL DE 25 CONTRIBUCIONES CIENTÍFICAS:
Se identifica con un * a los investigadores de la línea.

Equipo de Investigación 1: Grupo de Investigación en Ingeniería Sísmica: Dinámica de Suelos y Estructuras.				
Líneas de investigación del Equipo 1: Dinámica Computacional e Ingeniería Sísmica				
Artículo		**Cuartil**	**Área**	**Factor Impacto**
1	S.E. FANG, W.X. REN, R. PERERA*. A stochastic model updating method for parameter variability quantification based on response surface models and monte carlo simulation. : Mechanical Systems and Signal Processing, Nº 33, pp. 83-96. 2012. DOI: 10.1016/j.ymssp.2012.06.028	1	ENGINEERING, MECHANICAL	2,075
2	S.E. FANG Y R. PERERA*. Power mode shapes for early damage detection in linear structures Journal of Sound and Vibration. 324 (1-2). Pp. 40-56. 2009. DOI: doi: 10.1016/j.jsv.2009.02.002	1	ENGINEERING, CIVIL	1,874
3	S.E. FANG, R. PERERA* Y DE ROECK, G. Damage identification of a reinforced concrete frame by finite element model updating using damage parameterization.Journal of Sound and Vibration. 313 (3-5). Pp. 544-559- 2008. doi: 10.1016/j.jsv.2007.11.057	1	ENGINEERING, MECHANICAL	1,824
4	S.E. FANG, R. PERERA*. Damage identification by response surface based model updating using d-optimal design. Mechanical Systems and Signal Processing 25. Pp- +717-733. 2011- DOI: doi: 10.1016/j.ymssp.2010.07.007	1	ENGINEERING, MECHANICAL	1,762
5	S.E. FANG Y R. PERERA*. A response surface methodology based damage identification technique. Smart Materials and Structures, 18 (6), pp. 065009 (14pp). 2009. DOI: 10.1088/0964-1726/18/6/065009	1	INSTRUMENTS & INSTRUMENTATION	1,749
6	R. PERERA* Y S.E. FANG. Structural crack detection without updated baseline model by single and multiobjective optimization. Mechanical Systems and Signal Processing. 23 (3), pp- 752-768. 2009- DOI: 10.1016/j.ymssp.2008.06.010	1	ENGINEERING, GEOLOGICAL	1,559

Equipo de Investigación 2: Grupo de Investigación en Instrumentación y Acústica Aplicada (i2a2) y el **Grupo de Investigación en Ingeniería de Fabricación**				
Líneas de investigación del Equipo 2: **A) Ingeniería Acústica** **B) Ingeniería de Fabricación**				
Artículo		**Cuartil**	**Área**	**Factor Impacto**
7	Kormann, J., Cobo, P., Biescas, B., Sallarés, V., Papenberg, C., Recuero*, M., Carbonell, R. Synthetic modelling of acoustical propagation applied to seismic oceanography experiments (2010). Geophysical Research Letters, 37 (6)	1	GEOSCIENCES, MULTIDISCIPLINARY	3,505
8	Herrera, J.M., Recuero, M*. Influence of seal installation to predict sound insulation of double panel steel doors. (2010) Building and Environment, 45 (4), pp. 1087-1094	1	CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY	2,131
9	Diez Cifuentes, E., Pérez García, H., Guzmán Villaseñor, M., Vizán Idoipe, A*. Dynamic analysis of run out correction in milling. (2010) International Journal of Machine Tools and Manufacture, 50 (8), pp. 709-717	1	ENGINEERING, MECHANICAL	1,919
10	Guadalupe, V.L., Militello, C., Recuero*, M. Acoustoelastic pure-displacement elements based on biot's poromechanics theory. (2012). Computers and structures, 96-97, pp. 54-60	1	ENGINEERING, CIVIL	1,874

Equipo de Investigación 3: Instituto de Investigación del Automóvil (INSIA) a través del **Grupo de Investigación en Seguridad e Impacto Medioambiental de Vehículos y Transportes (GIVET),** el **Centro de Investigación en Tecnologías Ferroviarias (CITEF)** a través del **Grupo de Investigación en Tecnologías Ferroviarias y Simulación Avanzada y Grupo de Investigación en Ingeniería de Máquinas (GI-IM)**				
Líneas de investigación del Equipo 3: **A) Ingeniería de Vehículos y Transportes.** **B) Ingeniería de Máquinas y Desarrollo de Productos**				
Artículo		**Cuartil**	**Área**	**Factor Impacto**
11	Díaz Lantada, A*.; Lafont Morgado, P*..- "Rapid prototyping for biomedical engineering: Current capabilities and challenges". Annual Review of Biomedical Engineering, 14, 73-96, 2012. Indexada en "ISI Web of Knowledge – Journal Citation Reports	1	ENGINEERING, BIOMEDICAL	12,214
12	Díaz Lantada, A*.; Endrino, J.L.; Sánchez Vaquero, V.; Mosquera, A.A.; Lafont Morgado, P*.; García-Ruíz, J.P..- "Tissue engineering using novel rapid prototyped diamond-like carbon coated scaffolds". Plasma Processes and Polymers, 4 Oct. 2011, Online (DOI: 10.1002/ppap.201100094), 9(1), 98-107, 2012. Indexada en "ISI Web of Knowledge – Journal Citation Reports	1	PHYSICS, APPLIED	2,468
13	Rangel, T., Vassallo, J.M., Arenas, B*. Effectiveness of safety-based incentives in Public Private Partnerships: Evidence from the case of Spain (2012) Transportation Research Part A: Policy and Practice, 46 (8), pp. 1166-1176	1	TRANSPORTATION SCIENCE & TECHNOLOGY	2,354
14	Méndez, A.G., Izquierdo, F.A*., Ramírez, B.A*. Evolution of the crashworthiness and aggressivity of the Spanish car fleet (2010) Accident Analysis and Prevention, 42 (6), pp. 1621-1631	1	ERGONOMICS	2,353
15	Méndez, A.G., Izquierdo, F.A*. Quasi-induced exposure: The choice of exposure metrics (2010) Accident Analysis and Prevention, 42 (2), pp. 582-588	1	ERGONOMICS	2,353
16	Ramírez, B.A., Izquierdo, F.A., Fernández, C.G., Méndez, A.G. The influence of heavy goods vehicle traffic on accidents on different types of Spanish interurban roads (2009) Accident Analysis and Prevention, 41 (1), pp. 15-24	1	ERGONOMICS	1,647
17	Izquierdo, F.A*., Sesemann, Y.C., Alonso, J.A.T. Safety management evaluation in bus and coach companies (2009) Transport Reviews, 29 (6), pp. 665-684	3	TRANSPORTATION	1,03

Equipo de Investigación 4: Centro Laser a través **del Grupo de Investigación en Ingeniería y Aplicaciones del Láser.**				
Líneas de investigación del Equipo 4: Ingeniería y Aplicaciones del Láser				
Artículo		**Cuartil**	**Área**	**Factor Impacto**
18	Aparicio, F.J., Holgado, M*., Borras, A., Blaszczyk-Lezak, I., Griol, A., Barrios, C.A., Casquel, R., Sanza, F.J., Sohlström, H., Antelius, M., González-Elipe, A.R., Barranco, A. Transparent nanometric organic luminescent films as UV-active components in photonic structures (2011) Advanced Materials, 23 (6), pp. 761-765	1	PHYSICS, APPLIED	13,877
19	Ortega, P., Orpella, A., Martín, I., Colina, M., López, G., Voz, C., Sánchez, M.I., Molpeceres, C*., Alcubilla, R. Laser-fired contact optimization in c-Si solar cells (2012) Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 20 (2), pp. 173-180	1	PHYSICS, APPLIED	5,789
20	Holgado, M*., Barrios, C.A., Ortega, F.J., Sanza, F.J., Casquel, R., Laguna, M.F., Bañuls, M.J., López-Romero, D., Puchades, R., Maquieira, A. Label-free biosensing by means of periodic lattices of high aspect ratio SU-8 nano-pillars (2010) Biosensors and Bioelectronics, 25 (12), pp. 2553-2558	1	BIOPHYSICS	5,361
21	I. Sánchez-Aniorte, M. Colina, F. Perales, C. Molpeceres*. Optimization of laser fired contact processes in c-Si solar cells 5 (2010). Surface & Coatings Technology. 285-292	1	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	2,141
22	Sánchez-Aniorte, I., Barrio, R., Casado, A., Morales, M., Cárabe, J., Gandía, J.J., Molpeceres, C*. Optimization of laser-firing processes for silicon-heterojunction solar-cell back contacts (2012) Applied Surface Science, 258 (23), pp. 9443-9446	1	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	2,103
23	Lauzurica, S., García-Ballesteros, J.J., Colina, M., Sánchez-Aniorte, I., Molpeceres, C*. Selective ablation with UV lasers of a-Si:H thin film solar cells in direct scribing configuration (2011) Applied Surface Science, 257 (12), pp. 5230-5236	1	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	2,103
24	Sanza, F.J., Laguna, M.F., Casquel, R., Holgado, M*., Barrios, C.A., Ortega, F.J., López-Romero, D., García-Ballesteros, J.J., Bañuls, M.J., Maquieira, A., Puchades, R. Cost-effective SU-8 micro-structures by DUV excimer laser lithography for label-free biosensing (2011) Applied Surface Science, 257 (12), pp. 5403-5407	1	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	2,103
25	Morales, M., Ocaña, J.L., Molpeceres, C*., Porro, J.A., García-Beltrán, A. Model based optimization criteria for the generation of deep compressive residual stress fields in high elastic limit metallic alloys by ns-laser shock processing (2008) Surface and Coatings Technology, 202 (11), pp. 2257-2262	1	MATERIALS SCIENCE, COATINGS & FILMS	1,86

6.2. MECANISMOS DE CÓMPUTO DE LA LABOR DE TUTORIZACIÓN Y DIRECCIÓN DE TESIS.

A continuación se extractan del Reglamento de Elaboración y Evaluación de la Tesis Doctoral de la Universidad Politécnica de Madrid (Aprobado por el Consejo de Gobierno en su sesión de 21 de diciembre de 2011), los artículos relativos a los tutores y directores / codirectores de tesis:

DEFINICIONES

Documento de Actividades del doctorando: Registro individualizado de control de las actividades realizadas por el doctorando, que será anualmente revisado por el **tutor** y el **director** de tesis y evaluado por la Comisión Académica del Programa de Doctorado.

Director de tesis: Es el máximo responsable en la conducción del conjunto de las tareas de investigación del doctorando.

Tutor: es el responsable de la adecuación de la formación y de la actividad investigadora a los principios de los programas de doctorado.

Artículo 6. Asignación de tutor.

En el momento de su admisión al programa de doctorado, a cada doctorando le será asignado por la correspondiente Comisión Académica del Programa de Doctorado un tutor, doctor y con acreditada experiencia investigadora, de acuerdo a lo establecido en el Modelo de Doctorado de la UPM, a quien corresponderá velar por la interacción del doctorando con dicha comisión académica.

Artículo 7. Cambio de tutor.

La Comisión de Doctorado de la UPM, a petición del centro responsable del programa de doctorado, podrá modificar el nombramiento del tutor de un doctorando en cualquier momento del periodo de realización del doctorado, siempre que concurran razones justificadas.

Artículo 8. Asignación de director.

En el plazo máximo de seis meses desde su matriculación, la Comisión Académica del Programa de Doctorado asignará a cada doctorando un director de tesis doctoral que podrá ser coincidente o no con el tutor.

Dicha asignación podrá recaer sobre cualquier doctor español o extranjero, con experiencia acreditada investigadora, con independencia de la universidad, centro o institución en que preste sus servicios, siempre y cuando cumpla los criterios del programa de doctorado y del Modelo de Doctorado de la UPM.

Dicho director pasará a formar parte del profesorado del programa a todos sus efectos.

Artículo 9. Codirección de la tesis doctoral.

La tesis podrá ser codirigida por otro doctor, con experiencia investigadora acreditada, cuando concurran razones de índole académico, como puede ser el caso de la interdisciplinariedad temática o los programas desarrollados en colaboración nacional o internacional, a petición del centro responsable a la Comisión de Doctorado de la UPM, que tendrá en cuenta el informe emitido a tal efecto por la Comisión Académica del Programa de Doctorado.

La Comisión de Doctorado de la UPM podrá solicitar los informes adicionales que considere oportunos, y responderá a dicha solicitud en un plazo máximo de 2 meses. Dicha autorización podrá ser revocada con posterioridad si a juicio de la Comisión de Doctorado de la UPM la codirección no beneficia el desarrollo de la tesis.

Artículo 10. Cambio de director.

El centro responsable del programa de doctorado, previa presentación de un informe a la Comisión de Doctorado de la UPM, podrá solicitar el cambio de director de tesis, hasta el momento previo al depósito de la misma. La Comisión de Doctorado de la UPM podrá solicitar los informes adicionales que considere oportunos, y responderá a dicha solicitud en un plazo máximo de 2 meses.

Artículo 13. Evaluación anual del doctorando

Anualmente la Comisión Académica del Programa de Doctorado evaluará el Plan de Investigación y el Documento de Actividades de cada doctorando, junto con los informes que a tal efecto deberán emitir el **tutor y el director**. La evaluación positiva será requisito indispensable para continuar en el programa.

En caso de evaluación negativa, que será debidamente motivada, el doctorando deberá ser de nuevo evaluado en el plazo de seis meses, a cuyo efecto elaborará un nuevo Plan de Investigación.

En el supuesto de producirse nueva evaluación negativa, el doctorando causará baja definitiva en el programa.

Artículo 14. Compromiso firmado de supervisión

El centro responsable del programa de doctorado establecerá las funciones de supervisión de los doctorandos mediante un compromiso documental firmado por dicho Centro, el doctorando, su **tutor** y su **director**. Este compromiso será rubricado a la mayor brevedad posible después de la admisión y habrá de incluir un procedimiento de resolución de conflictos y contemplar los aspectos relativos a los derechos de propiedad intelectual o industrial que puedan generarse en el ámbito del programa de doctorado.

Artículo 15. Informe del director de la tesis doctoral

Concluido el trabajo y redactada la versión provisional de la tesis, y con evaluación positiva del último Plan de Investigación presentado, el doctorando lo comunicará a la Comisión Académica del Programa de Doctorado, adjuntando un **informe del director** o **directores** de la tesis doctoral.

El Reglamento de Elaboración y Evaluación de la Tesis Doctoral de la Universidad Politécnica de Madrid puede consultarse en la siguiente dirección:

http://www.upm.es/sfs/SedeUPM/Normativa%20UPM/Elaboracio%CC%81n%20y%20Evaluacion%20Tesis%20Doctoral.pdf

En el Modelo de Estimación de la Actividad Docente de la UPM se reconoce como actividad docente la dirección y codirección de tesis doctorales en los términos que se indican a continuación:

3.- Modelo de actividad docente para títulos anteriores al RD 1393/2007.

3.6 Tesis doctoral.

3.6.1. Se reconocerá una actividad docente igual a 2 horas semanales de dedicación por tesis doctoral defendida durante los 3 cursos académicos posteriores al de la defensa de la misma, estableciéndose un máximo para esta actividad de un 10% de la actividad docente del Departamento definido en el apartado 4.6.2 (NHADAd).

3.6.2 En el caso de Departamentos con actividad docente distribuida en varios Centros, la actividad docente relativa a la dirección de tesis se computará en la sección departamental a la que estén adscritos los profesores directores.

3.6.3 En el caso de las tesis codirigidas por más de un profesor, el número de horas reconocidas por esta actividad se dividirá por el número de profesores o investigadores que la dirigen, independientemente de que todos pertenezcan o no a la UPM, asignando un número de horas proporcionales a los correspondientes Departamentos o Secciones Departamentales a los que estén adscritos los profesores de la UPM.

4.- Modelo de actividad docente adaptado al EEES.

4.8 Estimación del número de horas de actividad docente en dirección de tesis doctorales.

La actividad docente por la dirección de tesis doctorales (NHADTDd) llevará asociada una asignación de 2 horas semanales por tesis durante los 3 cursos académicos posteriores siguientes a los del curso de la defensa de la misma. Sólo se considerará en el cómputo un máximo del 10% de la actividad docente del Departamento definido en el apartado 4.6.2 (NHADAd).

El Modelo de Estimación de la Actividad Docente de la UPM puede consultarse en la siguiente dirección:

http://www.upm.es/sfs/SedeUPM/Normativa%20UPM/Actividad%20Docente.pdf

7. RECURSOS MATERIALES Y APOYO DISPONIBLE PARA LOS DOCTORANDOS.

INFRAESTRUCTURAS Y EQUIPAMIENTOS DEL GIVET-INSIA:

El INSIA está construido en una parcela exclusiva de 50.000 metros cuadrados situada en el Campus Sur de la Universidad Politécnica de Madrid, sito en la Carretera de Valencia km 7 Madrid.

Los edificios están dotados de un elevado nivel de equipamiento, con calefacción y aire acondicionado dividido por módulos, circuitos cerrados de vídeo y equipos de vigilancia 24H, cerramientos en carpintería de PVC y cristales tintados. Cuenta con servicios centralizados de fotocopias, fax, correo electrónico y distribución y búsqueda de documentos.

Por otra parte, las infraestructuras y los equipamientos más significativos del complejo son los siguientes:

- Edificio de laboratorios de 3.000 m^2. Anexo a este edificio se encuentran las instalaciones auxiliares:
    - Centro de transformación de alta tensión.
    - Centro de distribución de baja tensión y armarios eléctricos.
    - Cuarto de calderas.
    - Sala de centrales hidráulicas, compresores y equipos de bombeo.
- Edificio de Investigación, Docencia y Administración, 1.500 m2.
- Dedicado a la docencia se disponen de las siguientes instalaciones:
- 4 aulas de docencia, con capacidades entre 25 y 40 alumnos.
- 1 Aula de informática con 20 puestos conectados en red de altas prestaciones.
- Salón de actos con capacidad para 120 personas.
- Una Sala de Juntas situada en la planta primera del edificio de docencia.
- Cafetería y dos comedores, uno general y otro con capacidad para 12 comensales donde poder celebrar almuerzos-reuniones más específicos.
- Salas y despachos con 58 puestos de trabajo dotados de sistemas informáticos.
- Centro de Documentación con una biblioteca técnica especializada en el Sector. Un depósito compuesto por módulos que van abriendo distintos pasillos donde queda almacenada la documentación: pasillo A “Producción Científica propia del INSIA”; pasillo B Libros catalogados; pasillo C Duplicados y documentación relativa a la UPM y otras Universidades; pasillo D Artículos técnicos y manuales de taller; pasillo E Documentos oficiales, normativas, información de empresas, congresos; pasillo F y G Catálogos y revistas técnicas.

El equipamiento informático está compuesto por ordenadores personales de última generación y alta capacidad de cálculo. El Instituto dispone de 8 estaciones de trabajo y 130 PCs conectados a una red interna de recursos compartidos, de ellos, 15 son ordenadores portátiles. Estos equipos se complementan con impresoras de color, láser e inyección tinta,

plotters de tamaño A0, varios escáner de sobremesa, tabletas digitalizadoras de formato A0, tarjetas de vídeo de altas prestaciones, etc. También se encuentra dotado de 2 proyectores y 6 vídeoproyectores.

Se ha dado soporte para red inalámbrica en todas las instalaciones y se ha instalado suelo técnico en la oficina de investigadores y el aula de informática.

Respecto al SOFTWARE que utiliza el Instituto encontramos:

- Programa SINRAT de reconstrucción de accidentes de tráfico.
- Programa PCCRASH de reconstrucción de accidentes de tráfico.
- Programa LABWIEV de adquisición y análisis de señales.
- 1 licencia de ANSYS/Structural
- 25 licencias de ANSYS/Universitario
- Diadem Crash análisis
- Tema, Track Eye Motion Analisis 2D
- MADYMO Multi-body-FEM
- 6 licencias de CATIA
- 5 licencias de ADAMS
- 25 licencias de AVL CRUISE
- 5 licencias de AVL BOOST
- GaBi 4
- TRUCKSIM
- CARSIM
- Matlab, de Mathworks
- Labview, de National Instruments
- Winbugs. Software estadístico para análisis bayesiano usando los llamados métodos MCMC (Markov chain Monte Carlo).
- R- lenguaje y entorno para el cálculo estadístico y el dibujo de gráficas
- TRAMO (Time series Regression with ARIMA noise, Missing observations, and Outliers)– SEATS (Signal Extraction in ARIMA Time Series) programas del Banco de España para modelos estadísticos y econométricos
- 3 Licencias del programa SAS para modelos descriptivos y predictivos, minería de datos, optimización, simulación, diseño de experimentos entre otras herramientas estadísticas

Sistema de gestión integral del INSIA, utilizando Microsoft Business Solutions- Navision, así como, el nuevo sistema de gestión documental del INSIA, utilizando Microsoft Sharepoint Portal Server y Microsoft Exchange.

El edificio de laboratorios está dividido en diferentes laboratorios y divisiones que estructuran tanto los equipamientos como los recursos humanos de alta cualificación que conforman el INSIA, de forma que está capacitado para realizar un amplio abanico de ensayos tanto de I+D como de homologación, relacionados con los vehículos automóviles. Los principales laboratorios y equipamientos con los que cuenta:

LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN Y ELECTRÓNICA

- Equipo de extensometría para 40 canales.
- Cámara vídeo alta velocidad.
- Sistemas de adquisición embarcados en vehículo.
- Sistema telemetría 8 canales.
- Equipo análisis modal vibraciones.
- Sensores y acondicionadores para medición de fuerza, presión, aceleración, desplazamiento,...
- Vehículo instrumentado medida dinámica de carretera en continuo.
- Generadores de funciones, osciloscopios, etc.
- Patrones calibración dimensional, fuerza, velocidad rotación.
- Tarjetas de adquisición de señales.
- Plataforma giroscópica inercial.
- Llanta instrumentada de medida de esfuerzos y momentos en el contacto neumático – calzada.
- Sistema de desarrollo para DSP (procesadores digitales de señal) de Texas Instruments.
- Sistema de desarrollo FPGA.
- Analizador espectral.
- Sistema GPS de posicionamiento por satélite de alta precisión.
- Sensores láser de medida de desplazamiento.
- Cámaras de vídeo analógicas y digitales.
- Tarjetas Digitalizadotas de imagen.
- Sistema de fotogrametría ROLLEI.
- Dos cámaras de vídeo digitales B & N Weinberger SpeedCam pro
- Sistema de adquisición de datos en impacto Kaysser Thrende 32 canales
- Maniquí antropomórfico instrumentado 24 canales de medida EuroSid-I Robert Denton

LABORATORIO DE VEHÍCULOS Y COMPONENTES:

EQUIPAMIENTO PARA ENSAYOS MECÁNICOS

- 2 Bancos de ensayo de neumáticos, Reglamentos 30, 54, 108 y 109.
- Banco ensayo deformación dinámica neumáticos motocicletas.
- Banco ensayo resistencia asientos autocares, Reglamento 80.
- Banco ensayo anclajes cinturones seguridad.
- Plataforma vuelco vehículo completo, Reglamento 66.
- Banco fatiga para dispositivos de acoplamiento alta frecuencia.
- Banco fatiga para dispositivos de acoplamiento baja frecuencia.
- Gálibos de accesibilidad de vehículos según Reglamentos 36, 52 y 107.
- Sistema medición del grado de sensibilidad en cierre de puertas.
- Celda ensayo comportamiento materiales frente al fuego.
- Banco ensayo de hermeticidad en depósitos de combustible.
- Plataforma instrumentada de estabilidad lateral, vehículos 15 metros.
- Péndulo instrumentado con diferentes configuraciones de impactadores.
- Sistema de adquisición datos alta velocidad, ensayos impacto.
- Péndulo instrumentado para deformación perfiles, 4.000 Julios.
- Bancada universal con superficie ranurada de 12x6 metros.

- Banco multipropósito, ensayo amortiguadores.
- Bancada ensayos flexión.
- Actuadores lineales dinámicos con control digital combinado.
- Carro dinamométrico medida adherencia neumático-calzada.
- Equipos de medida de los sistemas de dirección de los vehículos.
- Elevadores vehículos y carretillas elevadoras.
- Red de distribución hidráulica y centrales 300 bares 80 litros/minuto.
- Frenómetros de rodillos y de placas.
- Bancos de suspensiones y alineadores al paso.
- Báscula pesaje por ejes.
- Desmontadoras y equilibradoras de neumáticos turismo e industriales.
- Banco de rigidez estática de neumáticos
- Banco de ensayos de discos de frenos
- Equipo de termografía por infrarrojos
- Máquina de corte de neumáticos

EQUIPAMIENTO PARA ENSAYOS DE COMPONENTES ELÉCTRICOS

- Mesa electromecánica de vibraciones.
- 2 Cámaras climáticas.
- Cámara de corrosión cíclica.
- Bancos determinación curvas características de motores eléctricos.
- 24 Bancos de ensayo a fatiga de motores eléctricos.
- 2 Cabinas de ensayo de durabilidad de limpiaparabrisas.
- Equipo de medición de excentricidad de engranajes

EQUIPAMIENTO PARA ENSAYOS DE EMISIONES CONTAMINANTES Y DE SISTEMAS DE PROPULSIÓN HIBRIDOS

- Banco de rodillos y analizadores de gases de escape para la medida de las emisiones contaminantes de vehículos.
- Equipo de medida de emisiones contaminantes a bordo HORIBA OBS2020.
- Banco de ensayo de motores térmicos
- Banco de ensayo de sistemas de propulsión eléctrico, híbrido y con pila de combustible.

LABORATORIO DE SEGURIDAD PASIVA

El Laboratorio de Seguridad Pasiva (LSP) dispone de las instalaciones apropiadas para la realización de ensayos encaminados a la evaluación y mejora de componentes que afectan a la seguridad ofrecida a los ocupantes de automóviles.

El LSP ofrece una amplia gama de ensayos encaminado a la obtención de certificados de homologación y al mismo tiempo tiene la versatilidad necesaria para dar soporte a la industria en el diseño, evaluación y mejora de sus productos.

Equipos:

- Simulador de choques por deceleración.
- Péndulo de impacto.

- Maniquíes antropomórficos instrumentados.
- Bastidores de calibración de maniquíes instrumentados.
- Sistemas de filmación de alta velocidad.
- Instrumentación y sistemas de adquisición de datos.
- Software para el tratamiento de señales e imágenes.
- Equipo de medición 3D.

El SIMULADOR de CHOQUES es un equipo utilizado para reproducir pulsos de deceleración similares a los que sufren los vehículos, sus componentes, sistemas embarcados y ocupantes en los vehículos en caso de choque.

El trineo o "sled" es acelerado hasta una velocidad de impacto definida y posteriormente frenado por un sistema de tubos de poliuretano o panel de aluminio, según los pulsos de deceleración que se quieran reproducir.

- Masa máxima del componente a ensayar 600kg.
- Velocidad máxima de impacto 55 km/h.
- Reproducción de pulsos según: R80, Directiva 96/37, R44, ISO7176, ISO10542-1/2, AS2942, AS8049, APTA SS-C&S-016-99, GMRT/2100, entre otros.
- Posibilidad de reproducir pulsos específicos.
- Hasta 64 canales embarcados.
- Sistema de filmación de alta velocidad (hasta 4000 fps) a resolución máxima.
- Generador de eventos (disparo de hasta 8 airbags).
- MANIQUÍES de ANTROPOMÓRFICOS INSTRUMENTADOS:
- Maniquíes de impacto frontal 50% y 95% percentil Hybrid III.
- Maniquíes de impacto lateral 50% percentil EuroSID1 y EuroSID2.
- Maniquíes infantiles: Hybrid-III 6 años y P3 de 3 años.
- Acelerómetros, células de carga y potenciómetros para instalar en los maniquíes según requisitos de ensayo.

Maniquí para determinar la localización del punto H.

El PÉNDULO de IMPACTO es un dispositivo utilizado para realizar ensayos con impactadores de distintas masa y dimensiones.

Equipo ampliamente utilizado para caracterizar la respuesta al impacto de materiales o piezas, energía absorbida, curva fuerza deformación, etc..

- Masa máxima del impactador 350kg.
- Velocidad máxima de impacto 28 km/h.
- 32 canales de adquisición de datos.
- Sistema de filmación de alta velocidad (hasta 4000 imágenes/segundo).
- Gran flexibilidad de configuración de ensayos, impactadores de diferentes formas y masas.

CAÑÓN NEUMÁTICO e IMPACTADORES de PEATONES conforme al Reglamento 631/2009/EC y Directiva 2003/102/CE.

Además de los equipos anteriores, el LSP dispone de equipos y software para la preparación y análisis de ensayos dinámicos, entre ellos cabe destacar:

- Equipo de medida 3D (FARO arm).
- Software de análisis de señal y crash DIAdem:
- Software para el análisis de imágenes TEMA.
- LabVieW.

INFRAESTRUCTURAS Y EQUIPAMIENTOS DEL CITEF:

CITEF cuenta en estos momentos con instalaciones formadas por:

Instalaciones:

- En la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales:
    - Oficinas del Grupo de Ingeniería Gráfica y Simulación del Departamento de Ingeniería Mecánica y Fabricación, aproximadamente 430 m^2
- En las instalaciones el Edificio "La Arboleda" del Camus Sur de la UPM:
    - Oficinas de Secretariado y Dirección de CITEF, aproximadamente 100 m^2
    - Oficinas para trabajo de investigadores, aproximadamente 400 m^2
    - Nave para los trabajos hardware en simuladores, aproximadamente 400 m^2 de doble altura.

Equipos:

- Medios de desarrollo y gestión de proyectos de ingeniería de software, en entornos de desarrollo para Windows y Linux y entorno de gestión multiproyectos.
- Plataforma software para simulación de material rodante ferroviario.
- Plataforma software para simulación de sistemas de señalización ferroviarios.
- Plataforma software para la integración de equipos reales en entornos de simulación (hardware in the loop).
- Plataforma software para el desarrollo de aplicaciones formativas ferroviarias en entornos virtuales distribuidos multipuesto.
- Plataforma software para el desarrollo de entornos tridimensionales virtuales.
- Plataforma software para aplicaciones de procesado de imagen por computador para aplicaciones ferroviarias.
- Plataforma software y hardware para sistema de representación de amplio espectro, basado en técnicas de procesado de imagen: blending, tridimensional, tracking, etc.
- Plataforma software para sistemas de audio inmersivo aplicado a sistemas de realidad virtual.
- Plataforma de movimiento MOOG de 6 grados de libertad.
- Entorno de simulación de dinámica ferroviaria tridimensional en base a sólidos rígidos y sólidos deformables.
- Plataforma hardware para el desarrollo de medidas en campo tendentes a la evaluación de la compatibilidad electromagnética.
- Plataforma software para la planificación ferroviaria y el apoyo a la toma de decisión en tiempo real, basada en técnicas de inteligencia artificial y simulación.
- Centralita MSC de GSM-R, con dos BTSs.
- Equipamiento electrónico para el desarrollo de los proyectos encomendados al Centro.

INFRAESTRUCTURAS Y EQUIPAMIENTOS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA SÍSMICA: DINÁMICA DE SUELOS Y ESTRUCTURAS

Se dispone en las dependencias del Departamento, de salas para estudiantes de doctorado con capacidad para aproximadamente 15 alumnos, equipadas con mesas, sillas, ordenadores y conexión a internet. Se dispone de dos Laboratorios. Un Laboratorio de Estructuras cuya infraestructura más singular es una plataforma vibratoria de 2 x 2 metros en la que es posible situar estructuras para su ensayo sísmico así como una instalación de carga cíclica con la que se han realizado estudios de daño progresivo, determinación de coeficientes de rozamiento en apoyos de neopreno - teflón para puentes, etc. Existen también equipos de medida de bandas extensométricas, acelerómetros, martillos instrumentados que permiten análisis dinámicos in-situ, etc. Un Laboratorio Docente de Elasticidad y Resistencia de Materiales equipado para la realización, entre otros, de ensayos de tracción, flexión, estructuras, pandeo y torsión. Se aporta a continuación una relación no exhaustiva del equipamiento disponible:

- Medida de deformación con fibra óptica
- Interrogador de sensores de fibra óptica Micron Optics (Mod.: sm130)
- Extensores ópticos Micron Optics (Mod.: os3200)
- Sensor-actuador piezoeléctrico PI Ceramic (Plate sensors)
- Analizador de impedancia Agilent
- Sistema de medida de vibraciones - Ensayos modales:
- Martillo de impactos Bruel & Kjaer TIPO 8202
- Mini vibrador de Bruel & Kjaer 4810 y Aplificador
- Acelerómetros Bruel & Kjaer piezoeléctricos
- 1 (4517) de 0,6gr 5- 2000g 1000g
- 5 (4371) de 11gr 5-20.000 Hz 20.000g
- 1 impacto (8309) de 5,1gr 5-20.000Hz 100.000 g
- Acelerómetros SAN-EI piezoresistivos
- 2 de 0-1000Hz
- Cabeza de impedancia Bruel & Kjaer (8001) 0-20.000Hz Fmax= 2000N
- Acelerómetro triaxial DYTRAN 3093B
- Amplificador de señal Piezoelectrico Bruel & Kjaer 2635 -2706
- Amplificador de señal Piezoresitivo SAN-EI 6M92 - 6M81 (2)
- Acondicionador de señal acelerómetro triaxial
- Medidas ensayos estáticos:
- Deformaciones:
- Caja de extensiometría de 16 canales sgb-16 y caja de calibración CC-1/A
- Desplazamiento:
- Sensores de desplazamiento LVDT ACT 500 C, ACT 1000 C y ACT 2000 C
- Armario con 4 canales de acondicionamiento y lectura de LVDT
- Sistemas de aplicación de carga
- Plataforma de ensayos dinámicos vibratorios ED 200/200 (2x2 m - 50 Hz 1000 kg) (armario de control con módulo generador de funciones digital BBK 002B)

- Gato hidráulico dinámico de 15700 Kgf a compresión y 9070 Kgf a tracción
- Gato hidráulico estático de 60 t a compresión.
- Armarios de control de gatos y plataforma
- Medidas para mecánica de suelos
- Horno de secado de muestras de suelo
- Corte directo Mecánica Científica
- Edómetro Mecánica Científica
- Tamices
- Permeámetro de carga constante y de carga variable Mecánica científica
- Estación de soldadura Weller (Mod.: PU 81)
- Sistema de adquisición de datos:
- Tarjeta Natrional Instrument NI 8 canales
- Tarjeta Natrional Instrument NI-PCI 6225 32 canales
- Chasis de National Instrument CDAQ-9188 con 12 canales de entrada y 4 canales de salida
- Otros elementos:
- Comparadores de reloj de carrera larga - corta (4)
- Báscula Ohaus de 0-20 Kg
- Báscula digital Nahita de 0-3 Kg
- Lámpara estroboscópica

INFRAESTRUCTURAS Y EQUIPAMIENTOS. GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA Y APLICACIONES DEL LÁSER

La Línea de Investigación propuesta sobre "Ingeniería y Aplicaciones del Láser" se fundamenta tanto sobre la infraestructura como sobre el soporte referido a Proyectos de I+D del Centro Láser de la UPM, al que pertenecen todos los profesores proponentes.

Ya en el Programa de Doctorado precursor en "Tecnología Láser" dichas instalaciones se utilizaban en el período de docencia con fines formativos y servían posteriormente para el desarrollo de las correspondientes investigaciones. Según el esquema formativo aplicable en el momento presente, dicha infraestructura deberá asimismo estar disponible para formación básica alrededor de distintos procesos y métodos y seguirán constituyendo la base experimental sobre la que se desarrollen las investigaciones abordada por cada doctorando.

El equipamiento experimental disponible en el Centro Láser UPM para lo fines citados consiste fundamentalmente (aparte instalaciones auxiliares de menor relevancia) en:

i) Láser de Nd:YAG marca LUMONICS, modelo JK 704 LD, pulsado, de 400 W de potencia media equipado con estación de trabajo bidimensional para aplicaciones de microfrabricación

ii) Estación LASTEC GALAXY 7004 equipada con circuito cerrado de TV y salida a través de fibra óptica hacia estación de trabajo tipo pórtico.

iii) Estación de micromecanizado con láser en UV marca OPTEC, con sistema de microposicionamiento con 5 grados de libertad, sistema de control y visión remota, y equipado con dos fuentes láser:

   a) fuente de Nd:YVO4 (355 nm) para trabajo en punto focal marca Spectra Physics, modelo HIPPO

   b) fuente de excímero de KrF (248 nm) para trabajo con máscara marca ATL Modelo 3000.

iv) Láser impulsional de Nd:YAG, marca SPECTRA-PHYSICS, modelo QUANTA PRO 350, de 10 Hz y 2,5 J por pulso en frecuencia fundamental, dotado con Q-switch y equipamiento experimental asociado, especialmente apropiado para aplicaciones de limpieza y tratamiento mecánico superficial por ondas de choque generadas por láser.

v) Láser de Nd:YAG contínuo marca ROFIN-SINAR de 3300 W de potencia, salida con fibra óptica y cabezales de proceso para corte y soldadura

vi) Láser de diodo de potencia marca DYLAS de 2700 W de potencia con salido en onda continua con módulo de fibra óptica y cabezal de enfoque

vii) Láser de CO2 marca TRUMPF, modelo TLF 1700, de 1700 W en onda continua, equipado con estación de trabajo bidimensional TRUMATIC L 3003 de bandejas intercambiables de 2 m x 3 m

viii) Láser de CO2 marca ROFIN-SINAR modelo RS6000, de 6000 W en onda continua, equipado con estación de trabajo de 5 grados de libertad TRUMPF LPC6.

ix) Robot industrial antropomórfico de seis grados de libertad, modelo IRB 4400 de la marca ABB. Este es un modelo compacto para cargas medias o altas, hasta 60 kg o 45 kg para muy altas velocidades. Especialmente adecuado para aplicaciones donde la precisión, la velocidad y la flexibilidad son importantes.

x) Centro de mecanizado láser, marca MAHO, modelo LASERCAV MH 700 equipada con láser de CO2 marca TRUMPF, modelo TLF 750 de 750 W en onda contínua.

xi) Laboratorio de análisis metalográfico, equipado con dispositivos standard de preparación de probetas, proyector de perfiles, microscopios ópticos y microdurómetros.

xii) Laboratorio de caracterización óptica, dotado con proyector de perfiles, microscopios ópticos y un microscopio confocal por reflexión (LSCM) marca Leica modelo ICM 1000 con platina motorizada (150 mm x 150 mm) con patrones dimensionales y de rugosidad certificados para caracterización dimensional de procesos.

xiii) SEM marca Hitachi modelo 3000N con detector de secundarios, retrodispersados y módulo de microanálisis.

xiv) Espectrómetro módelo Shamrock 303i de Andor Technology: Espectrógrafo completamente motorizado con una focal de 303 mm diseñado para proporcionar alto rendimiento de procesado y resolución. El rango de trabajo es desde 170 nm a 10 µm con una resolución de 0.1 nm.

xv) Estaciones de diseño computacional de procesos, incluidos sistemas CAD-CAM de gestión de procesos, programas de modelización de procesos, etc.

Adicionalmente, se cuenta con la colaboración a través del desarrollo de proyectos conjuntos de otros centros e institutos de la UPM y de otras instituciones nacionales y extranjeras, que tradicionalmente han proporcionado el adecuado soporte cuando ello ha sido necesario.

En concreto, refiriéndonos a infraestructuras puestas en juego en Madrid por los equipos de investigación con los que tradicionalmente se ha colaborado son:

Equipamiento disponible por el Grupo de Materiales Láser y Electroactivos del ICMM para el desarrollo de las líneas de investigación implicadas en el Programa de Postgrado

i) Laboratorio de Ablación láser

ii) Laboratorio de crecimiento de cristales láser

iii) Laboratorios de caracterización óptica y estructural con muy diversa y completa instrumentación.

Equipamiento disponible por el Grupo de Optoelectrónica y Tecnología Láser de la Universidad Carlos III de Madrid para el desarrollo de las líneas de investigación implicadas en el Programa de Postgrado

i) Láseres ópticos y de potencia (entre ellos uno de Ti-zafiro, uno de CO2 de 4 kW y varios de He-Ne

ii) Laboratorio de caracterización de láseres

iii) Equipos generadores y analizadores de radiofrecuencia

iv) Equipos de fibra óptica

v) Material optoelectrónico

Equipamiento disponible por el Grupo de Óptica Física y Haces Láser de la Universidad Complutense de Madrid para el desarrollo de las líneas de investigación implicadas en el Programa de Postgrado

i) Sistemas de diagnóstico de haces láser (con cámara piroeléctrica para infrarrojo y switches electroópticos para análisis de pulsos)

ii) Material óptico especializado para visible e infrarrojo

En lo referido a medios bibliográficos, la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales tiene una biblioteca en la que el alumno podrá encontrar todo tipo de documentación relativa a las materias de sus estudios. Asimismo el Departamento de Física Aplicada a la Ingeniería Industrial completa estos recursos con los suyos relativos a sus líneas de investigación.

La Universidad ofrece aulas de informática de libre uso para sus alumnos matriculados, con acceso a múltiples programas, acceso a Internet, servicios de impresión, etc. Es importante destacar la posibilidad de acceder a los recursos electrónicos de importantes editoriales a través del Consorcio Madroño.

En lo referido a oferta de becas para la realización del Doctorado, se considera que, aparte de las becas que puedan ser obtenidas a título individual por los distintos doctorandos (incluidas las becas de movilidad para alumnos procedentes de centros extranjeros) el equipo de investigación proponente posee en el momento presente una adecuada capacidad de financiación y una razonable perspectiva de continuidad de dicha financiación para los próximos años (en el horizonte de finalización de las Tesis Doctorales en curso), considerando,

asimismo, estrictamente necesaria la generación de nuevos recursos para la incorporación de nuevos doctorandos en los cursos venideros.

INFRAESTRUCTURAS Y EQUIPAMIENTOS DEL GRUPO DE INVESTIGACÓN EN INSTRUMENTACIÓN Y ACÚSTICA APLICADA:

El Programa de Doctorado en Ingeniería Acústica dispone de las siguientes instalaciones pertenecientes al Grupo de Investigación en Instrumentación y Acústica Aplicada:

- **Software:**

  Software de simulación acústica ambiental (LIMA, MITHRA, CADNA)
  Software acústica arquitectónica (EASE, RAYNOISE, BASTIAN, INSUL)
  Software de simulación por elementos finitos (SYSNOISE, COMSOL)
  Software de evaluación acústica (EVALUATOR, QUALIFIER)

- **Equipos:**

  - Sonómetros integradores promediadores: 11 CESVA SC20e, 14 Brüel & Kjaer 2260, 1 RION NL-18, 2 01dB Symphonie, 5 CESVA SC-310, 5 Brüel & Kjaer 2250.
  - Calibradores: 1 Cesva CB-5, 4 Bruel & Kjaer 4231.
  - Dosímetros: 1 Cesva DC-11; 4 Bruel & Kjaer 4443.
  - Fuentes Sonoras: 6 Bruel & Kjaer 4296.
  - Amplificador de potencia: 5 Bruel & Kjaer 2716.
  - Analizador de espectro en tiempo real: 1 Bruel & Kjaer 2144.
  - Sondas de intensidad: 1 Bruel & Kjaer 3520, 1 Bruel & Kjaer 3595.
  - Calibrador de intensidad: 1 Bruel & Kjaer 4297
  - Calibrador de vibraciones: 2 Rion VE-10
  - Máquina de impactos: 1 B&K 3207
  - Sistema Pulse B&K: 2

El PDI del Grupo de Investigación en Instrumentación y Acústica Aplicada está integrado en el Centro de Acústica Aplicada y Evaluación No destructiva – CAEND (Centro Mixto UPM-CSIC).
El CAEDN dispone de la siguiente infraestructura en el edificio del Centro de Tecnologías Físicas Leonardo Torres Quevedo:

- Laboratorios y cámaras especiales:
  - Cámaras de pérdidas por transmisión.
  - Cámaras reverberantes.
  - Cámaras anecoicas para mediciones acústicas y EMC.
  - Tanque hidroacústico.
  - Laboratorio de control activo de ruido.
  - Laboratorio de ultrasonidos.
  - Laboratorio de ensayos acústicos:
  - Laboratorios de calibración.

INFRAESTRUCTURAS Y EQUIPAMIENTOS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA DE MÁQUINAS (GI-IM):

La línea de investigación en "Ingeniería de Máquinas y Desarrollo de Productos" dispone además de dos laboratorios, el Laboratorio de Desarrollo de Productos de la UPM y el Laboratorio de Máquinas y Mecanismos de la UPM, como apoyo a las actuaciones de investigación, desarrollo, innovación y servicios tecnológicos que se realizan, como las descritas anteriormente, y que darán apoyo a los alumnos del presente Programa de Doctorado. Se describen sus materiales y equipos a continuación.

- El **Laboratorio de Desarrollo de Productos de la UPM** dispone de diversos programas de apoyo al diseño y a la fabricación (CAD-CAM), así como a la realización de simulaciones de funcionamiento (CAE) para validación de los diseños, como paso previo a la obtención de prototipos. Por otro lado posibilita trabajar con tecnologías de fabricación que permiten la obtención de prototipos físicos, en plazos muy reducidos y con costes asequibles, en diversos materiales poliméricos (como resinas epoxi, resinas de poliuretano, siliconas, ceras…) o metálicos (aluminio, aleaciones de bajo punto de fusión…).

Se enumeran a continuación los principales paquetes software de diseño, cálculos y fabricación, junto con las tecnologías de fabricación rápida que utilizamos en el Laboratorio de Desarrollo de Productos de la Universidad Politécnica de Madrid:
(http://prototipado.blogspot.com – www.upm.es) y que sirven también de apoyo a las líneas de actuación presentadas en la línea de investigación sobre "Ingeniería de Máquinas y Desarrollo de Productos":

Software CAD-CAE-CAM:
• Catia v.5 r.19
• NX-8.5 (Siemens PLM Solutions)
• Solid Edge v.20
• Autodesk academic license
• Matlab academic license
• ThermaCAM Reporter (software de apoyo al estudio de imágenes termográficas)

Tecnologías de fabricación:
• Estereolitografía láser (SLA-3500 de 3D Systems)
• Impresora 3D tipo fabber
• Capacidades de fabricación de moldes de silicona y cerámicos
• Capacidades de fabricación en materiales compuestos, mediante tecnología RTM, infusión asistida por vacío o deposición manual.
• Capacidades de fabricación de biomateriales biomiméticos
• Colada bajo vacío en moldes de silicona (MCP)
• Microfusión (aleaciones de Al y bajo punto de fusión)
• Fotolitografía UV sin máscara (SF-100)
• Diversas tecnologías de mecanizado por arranque de viruta
• Diversos hornos para tratamientos térmicos

• Tecnología de deposición por spin-coating
• Tecnología de deposición electrolítica
• Acceso habitual a las tecnologías de micro y nanofabricación del consorcio EUMINAfab a través de convocatorias competitivas (4 proyectos en 2012).

- El Laboratorio de Máquinas y Mecanismos de la UPM cuenta con diversas herramientas y tecnologías para caracterización de materiales y para la evaluación del comportamiento en servicio de máquinas y productos, especialmente en relación a valoraciones sobre seguridad en máquinas y la realización de informes técnicos para las administraciones públicas, así como para el sector industrial.

Datos sobre equipos disponibles:
• Sistema PULSE para adquisición de datos
• Diversas tarjetas USB plug&play para adquisición de datos
• Analizador B&K 2260: 13dB - 150dB/16Hz-12,5kHz
• Multiplexor B&K 2822: 0V, 28V,200V / 2Hz-200Hz
• Referencia de potencia sonora B&K 4204
• Preamplificador 1/2" B&K ZC0026: 3Hz-200kHz
• Micrófono 1/2" B&K 4189: 14,6-146 dB/6,3-20kHz
• Termo-higrómetro MM H-270: Hum : 0 - 98% / Temp: - 30ºC-80ºC
• Mini-máquina de tracción: Posibilidad de programar diferentes ciclos de carga
• Máquina para ensayo de amortiguadores MTS: Posibilidad de programar diferentes ciclos de carga
• Cámara termográfica FLYR Systems: -50 ºC – 350 ºC
• Medidor de vibraciones mano-brazo

PREVISIÓN DE RECURSOS EXTERNOS Y BOLSAS DE VIAJE DEDICADAS A AYUDAS PARA LA ASISTENCIA A CONGRESOS Y ESTANCIAS EN EL EXTRANJERO

Se incentivará la movilidad mediante la realización de estancias cortas de investigación en centros extranjeros con los que mantenemos colaboraciones científicas. Se prevé que al menos se puedan beneficiar 5 estudiantes al año, realizando una estancia de investigación de tres meses cada uno.

Las fuentes de financiación de las que se dispondrá son:

• El programa propio de la UPM de ayudas a la movilidad mediante la concesión de ayudas para estancias breves en España y en el extranjero para los beneficiarios de los programas predoctorales oficiales de formación de investigadores y para el Personal Investigador de Apoyo de la Comunidad de Madrid: (http://www.upm.es/institucional/Investigadores/Movilidad/Programa_Propio/Convocatorias_abiertas).
• Bolsas de viaje que convoca la propia Universidad: (http://www.upm.es/institucional/Estudiante/BecasAyudasPremios/Bolsa+de+viaje)

- Ayudas del Consejo Social de la UPM para el fomento de la Internacionalización de doctorados:
http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Organos%20de%20Gobierno/Consejo%20Social/Actividades/Ayudas/XI%20CONVOCATORIA%20DE%20AYUDAS%20DEL%20CURSO%202012.pdf
- Programas de movilidad y bolsas de viaje que convocan los organismos de las entidades colaboradoras (CSIC)
- Financiación de los propios equipos de investigación participantes en la propuesta, derivada de proyectos de investigación públicos o en colaboración con empresas.
- Financiación asociada a becas/contratos de doctorado con financiación estatal/autonómica.

En lo que respecta a la **disponibilidad de ayudas para la para la asistencia a congresos**, se prevé que el 100% de los doctorandos puedan beneficiarse de diferentes tipos de financiación para la asistencia de al menos un congreso durante su periodo doctoral.
Las fuentes de financiación de las que se dispondrá son:

- El programa propio de la UPM de ayudas a la movilidad mediante la concesión de ayudas para estancias breves en España y en el extranjero para los beneficiarios de los programas predoctorales oficiales de formación de investigadores y para el Personal Investigador de Apoyo de la Comunidad de Madrid:
(http://www.upm.es/institucional/Investigadores/Movilidad/Programa_Propio/Convocatorias_abiertas).
- Bolsas de viaje que convoca la propia Universidad:
(http://www.upm.es/institucional/Estudiante/BecasAyudasPremios/Bolsa+de+viaje)
- Ayudas del Consejo Social de la UPM para el fomento de la Internacionalización de doctorados:
http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Organos%20de%20Gobierno/Consejo%20Social/Actividades/Ayudas/XI%20CONVOCATORIA%20DE%20AYUDAS%20DEL%20CURSO%202012.pdf
- Programas de movilidad y bolsas de viaje que convocan los organismos de las entidades colaboradoras (CSIC)
- Financiación de los propios equipos de investigación participantes en la propuesta, derivada de proyectos de investigación públicos o en colaboración con empresas.
- Financiación asociada a becas/contratos de doctorado con financiación estatal/autonómica.

SERVICIOS DE ORIENTACIÓN PROFESIONAL PARA FAVORECER UNA ADECUADA INSERCIÓN LABORAL DE LOS EGRESADOS DEL PROGRAMA.

La UPM dispone de un Centro de Orientación e Información de Empleo www.coie.upm.es cuyo objetivo básico informar y orientar a los egresados de diferentes niveles formativos sobre su inserción laboral, para ello desarrolla dos líneas de actuación:

Unidad de EMPLEO

Los titulados se inscriben para tener acceso a las ofertas recibidas on line, colgando su currículo de aquellas ofertas, que sean de su interés. Al mismo tiempo las empresas, que han publicado sus ofertas en la página pueden ver los CV de los que se han inscrito en ella, pudiendo así iniciar su proceso de selección.

Unidad de PRÁCTICAS

En la misma se podrán inscribir los alumnos de cualquier titulación de la Universidad Politécnica para participar en prácticas profesionales mediante Convenios de Cooperación Educativa, el sistema es on line igual que para las ofertas.

LA ETSII dispone de una Oficina de Incorporación y Orientación Laboral propia conocida como INDUEMPLEO (http://www.etsii.upm.es/induempleo/)

De forma adicional, desde hace años cada uno de los programas de doctorado previos que han servido para configurar la actual propuesta, mantiene fuertes relaciones con empresas e instituciones de I+D+I de su área. Fruto de dichas relaciones se reciben ofertas de empleo que son sistemáticamente difundidas por los canales específicos habituales en cada caso (página web del máster / programa de doctorado, moodle, lista de correo, etc.).

8. REVISIÓN Y MEJORA DE LOS RESULTADOS DEL PROGRAMA

8.1. SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD Y ESTIMACIÓN DE VALORES CUANTITATIVOS

Sistema de Garantía de Calidad de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid:

La Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid ha establecido un Sistema de Garantía Interna de Calidad (SGIC) para propiciar la mejora continua en las titulaciones que se imparten en el Centro, permitiendo un nivel de calidad que facilite su acreditación y el mantenimiento de la misma.

El sistema SGIC está diseñado siguiendo el modelo de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad (ANECA). Según ANECA, la acreditación de una enseñanza oficial se articula en base a 9 criterios y 46 directrices. La estructura de relaciones que soporta al modelo se ha construido sobre cinco ejes, representados cada uno de ellos con un color en la figura siguiente; cada uno de ellos hace referencia a uno o varios criterios tal y como se presentan a continuación:

El SGIC de la ETSII-UPM se diseña desde la Unidad de Calidad, bajo la supervisión de la Comisión del Sistema de Garantía Interna de Calidad y teniendo en cuenta las consideraciones de la Comisión de Coordinación de Calidad de la UPM, garantizando el cumplimiento de los requisitos contenidos en la propuesta de acreditación elaborada por ANECA.

El documento básico del SGIC implantado en la ETSII-UPM es el Manual (MSGIC). En él se definen las características generales del sistema, los requisitos bajo los que trabaja, su alcance y las referencias a la documentación genérica de la que se parte o a los procedimientos que lo desarrollan.

La documentación del SGIC se completa con un Manual de Procedimientos compuesto por una serie de documentos a los que se hace continua referencia en el MSGIC y que desarrollan el mapa de procesos que se presenta en el Manual de Procedimientos previo a la presentación de éstos.

En los diferentes capítulos de MSGIC o en los procedimientos que lo desarrollan se hace referencia a las evidencias o registros que se originan como consecuencia de su aplicación y que constituyen evidencia de la misma.

Estado Actual de Implantación

El diseño del SGIC de la ETSII-UPM elaborado según los principios expuestos en el modelo de acreditación comentado en la presentación del MSGIC, y en base a la propuesta del programa AUDIT de la ANECA, ha sido verificado por esta Agencia y **evaluado positivamente**. Una vez dicho diseño sea implantado, será sometido a un nuevo proceso de certificación por la misma.

https://indusnet.etsii.upm.es/gestion_escuela/login_indusnet.asp

Sistema de Garantía de Calidad Interno del Programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica:

Una vez aprobada la memoria de verificación, se constituirá una Subcomisión de Calidad del Programa de Doctorado (SCPD) en Ingeniería Mecánica.

En cada uno de los cuatro programas precedentes ya existían subcomisiones similares de Garantía de Calidad, por lo que la nueva subcomisión integrará y mejorará los sistemas ya desarrollados y sus procedimientos en un nuevo Sistema Interno de Garantía de Calidad (SIGC). La misión de la SCPD será la de elaborar un SIGC del Programa de Doctorado. Así mismo, será responsable de:

- Asegurar que las tesis propuestas para defensa cumplan los indicios de calidad de definidos en la memoria de verificación y desarrollados en el SIGC.
- Realizar un seguimiento de las diferentes actividades relacionadas con el Programa de Doctorado y emitir los informes oportunos para consideración de la Comisión Académica del Programa de Doctorado. Dicho seguimiento se refiere:
    - Al proceso de acreditación del título y su mantenimiento ante las diferentes Agencias de Calidad (ANECA, ACAP, etc).
    - Al proceso de obtención y mantenimiento de las diferentes acreditaciones (mención hacia la excelencia u otras de futura aparición).
    - A la recopilación, almacenamiento y gestión de los datos relativos a los indicadores necesarios para realizar el seguimiento del programa.
- Realizar un seguimiento de los doctores egresados del programa.
- La realización de las encuestas de satisfacción a los doctorandos y al profesorado del programa.
- La gestión de quejas y reclamaciones.
- La redacción de un informe anual de situación (tasas, indicadores de satisfacción de docencia, programa de movilidad, etc.) y la definición de propuestas de mejora.
- La publicación y difusión de dichos dato, tanto de forma interna, como externa.

A continuación se desarrolla información relativa a los procedimientos que aseguren la calidad de las actuaciones de movilidad, así como los procedimientos y mecanismos destinados a publicar la información sobre el programa, su desarrollo y sus resultados.

MOVILIDAD

La Subcomisión de Calidad del Programa de Doctorado (SCPD) en Ingeniería Mecánica tendrá entre sus principales objetivos el lograr el mayor número de estancias de movilidad posibles, tanto con cargo a ayudas competitivas, como autofinanciadas, ya sea por el alumno o por otras entidades (empresas, departamentos, equipos de investigación, etc.).

En este sentido, existe una gran dependencia entre la capacidad de realizar estancias por parte de los doctorandos y la convocatoria de ayudas o subvenciones para realizar estancias en universidades y centros extranjeros. La no publicación de este tipo de convocatorias a partir del curso pasado puede llegar a hacer inviable la realización de estancias mediante esta vía, por lo que habrá que realizar una búsqueda de mecanismos de financiación alternativos (Programa Marco de la UE, Acciones de movilidad Marie Curie, Financiación privada, etc).

Todas las convocatorias de movilidad existentes se difundirán a través de moodle y/O página web del programa (convocatorias del Ministerio, de la propia Universidad, de fundaciones, empresas, de la UE, etc.).

- La Subcomisión de Calidad del Programa de Doctorado (SCPD) pondrá en marcha un Sistema de recogida de información para generar, recoger y archivar toda la información necesaria para un correcto seguimiento y evaluación del programa. Este sistema de información se apoya en dos elementos:

- Una base de datos donde se recogen para cada año los datos básicos del Programa;
- Una encuesta a los doctorandos;

La Secretaría Técnica de cada uno de los programas precedente viene recopilando desde hace años la información básica relativa a la movilidad de los doctorandos y doctores egresados en una base de datos.

Será de aplicación el procedimiento de “MOVILIDAD DE LOS ALUMNOS DEL CENTRO A OTRAS UNIVERSIDADES”, incluido en los Sistemas de Garantía de la calidad de los centros, con código PR/CL/2.3/001 en la ETSII, cuyo objeto es describir el proceso que facilita a los alumnos matriculados en el Centro, cursar estudios en otras universidades distintas de la UPM, nacionales o extranjeras.

INFORMACIÓN SOBRE EL PROGRAMA, SU DESARROLLO Y SUS RESULTADOS

Será responsabilidad de la Subcomisión de Calidad del Programa de Doctorado (SCPD) en Ingeniería Mecánica la recopilación de información interna sobre el porgrama, su desarrollo y análisis y la publicación, tanto interna como externa de sus resultados. Para ello se desarrollarán procedimientos específicos para:

- Coordinar las acciones de seguimiento de la calidad en las distintas actividades del programa.

- Colaborar con la Comisión Académica del Programa de Doctorado en las actividades de análisis de entrada de los nuevos doctorandos, rendimiento académico del plan formativo y resultados.

- Gestionar las incidencias, reclamaciones y sugerencias.

- Proponer mejoras del proceso formativo.

Los doctorandos al finalizar cada actividad formativa deberán realizar una encuesta que evaluará contenidos, capacidad y dedicación de los profesores, etc. Deberán realizar una segunda encuesta una vez superados los estudios de doctorado, en ella realizarán una evaluación global del proceso de aprendizaje.

La Subcomisión de Calidad del Programa de Doctorado (SCPD), a través de los datos recopilados, analizará la percepción de los doctorandos de sus estudios, que se llevará a cabo cada año. Esta evaluación interna o auto evaluación podrá ser complementada con una evaluaciones externa que realizarán los organismos oficiales competentes en la materia.

Todo este proceso podrá estar acompañado de entrevistas con los alumnos al final de los estudios, con sus impresiones sobre el conjunto de los mismos.

Esta información conjunta permitirá revisar anualmente los contenidos y la metodología de las diferentes actividades formativas, con el fin de introducir los cambios que sean necesarios.

A continuación se definen los mecanismos y procedimientos del Sistema de Calidad que permiten seguir y evaluar el desarrollo y resultados del programa a lo largo de cada curso y determinar las actuaciones oportunas para su mejora.

Se trata de un sistema de seguimiento y evaluación constituido por dos elementos fundamentales: un sistema de información y un sistema de autoevaluación.

SISTEMA DE INFORMACIÓN

El sistema de información permite generar, recoger y archivar toda la información necesaria para un correcto seguimiento y evaluación del programa. Este sistema de información se apoya en dos elementos:

- Una base de datos donde se recogen para cada año los datos básicos del Programa;
- Una encuesta a los doctorandos;

La Subcomisión de Calidad del Programa de Doctorado (SCPD) recogerá cada curso en una base de datos la información básica del Programa en cuanto a:

- Candidatos preinscritos, admitidos y matriculados.
- Participación de los doctorandos en las actividades propuestas.

- Participación de los doctorandos en programas de movilidad (con información relativa al tipo de programa y duración de las estancias en meses).

- Tasa de graduación: porcentaje de estudiantes que finalizan la enseñanza en el tiempo previsto en el plan de estudios (d) o en año académico más (d+1) en relación con su cohorte de entrada.

- Tasa de abandono: relación porcentual entre el número total de estudiantes de una cohorte de nuevo ingreso que debieron obtener el título el año académico anterior y que no se han matriculado ni en ese año académico ni en el posterior.

- Tasa de eficiencia: relación porcentual entre el número total de créditos teóricos del plan de estudios a los que debieron haberse matriculado a lo largo de sus estudios el conjunto de estudiantes graduados en un determinado curso académico y el número total de créditos en los que realmente han tenido que matricularse.

- Duración de los estudios: duración media, en años, que el alumnado matriculado tarda en superar los créditos necesarios.

Encuesta a los doctorandos:

Los doctorandos rellenaran una encuesta que les permite valorar (de 0 a 5) sus conocimientos previos en la actividad formativa cursada, y evaluar las clases recibidas en cuanto a sus contenidos, metodología docente y procedimientos empleados, documentación, y exposición por parte del profesor. También se les pide que valoren la labor de coordinación en cada actividad formativa y se les incluye un apartado para que introduzcan cualquier observación que quieran hacer constar.

Igualmente se tendrá en cuenta el plan anual realizado por los alumnos.

SISTEMA DE AUTOEVALUACIÓN

El sistema de autoevaluación del Programa consiste en definir una serie de elementos del Programa que se consideran claves para su buen funcionamiento; estos aspectos orientan la reflexión realizada por todos los implicados en el programa dentro del sistema de garantía de calidad diseñado.

Aspectos clave de evaluación

La información recogida a través del sistema de información va principalmente orientada a conseguir información del desempeño de un conjunto de aspectos clave y permitir una reflexión sobre ellos. Estos aspectos clave son:

- Docencia

- Sistema de publicación de información sobre el programa, su desarrollo y resultados.

- Atención de sugerencias y reclamaciones: además de los procedimientos institucionales

- Indicadores de producción académica y científica y su difusión:

Una vez analizados todos estos datos, la Subcomisión de Calidad del Programa de Doctorado (SCPD) informará semestralmente a la CAPD y se procederá a publicar los mimos de forma detallada (interna) y agregada (publicación en la página web del programa).

8.2. PROCEDIMIENTO PARA EL SEGUIMIENTO DE DOCTORES EGRESADOS

Procedimiento para medir y analizar la inserción laboral de los futuros doctorandos.

La Subcomisión de Calidad del Programa de Doctorado seguirá desarrollando el procedimiento que hasta ahora ha utilizado en el seguimiento de sus egresados en diferentes programas predecesores. Éste se basa en la difusión del Programa a través de la web 2.0, destacando el uso de redes sociales profesionales, como es el caso LinkedIn; donde se creará un grupo específico para alumnos y otro para antiguos alumnos sobre ofertas de becas y empleo, y sobre cualquier otra información que pueda interesar a los doctorandos y doctores egresados.

Para aquellos alumnos que no tengan presencia en la web 2.0 se utilizará un sistema más tradicional de correo directo, mediante emails personalizados, en donde se muestran los beneficios y ventajas de seguir relacionados con el Programa de Doctorado.

La campaña de seguimiento y búsqueda de egresados tendrá una periodicidad anual, y se realizará durante el mes de enero. Durante dicho mes el Programa actualizará sus bases de datos con información de las instituciones empresariales y/o académicas en la que se encuentran sus egresados en ese momento.

Previsión del porcentaje de estudiantes que consiguen ayudas para contratos post-doctorales.

Los egresados del Programa consiguen contratos post-doctorales tanto en Universidades como en empresas nacionales y extranjeras. Dada la actual situación económica resulta complicado dar una previsión del porcentaje de doctorandos que conseguirán ayudas para contratos post-doctorales. Dado el alto nivel de empleabilidad actual ronda el 100%, se estima que en los próximos años la empleabilidad podría ser próxima al 95%.

Datos relativos a la empleabilidad de los doctorandos, durante los tres años posteriores a la lectura de su tesis - en el caso de programas ya existentes

Tal y como se indicó en el capítulo 1 de la presente memoria, según los datos de los que se dispone sobre inserción laboral de los egresados en el periodo 2008-2012, la tasa de inserción laboral es del 100%

Un 65 % de los doctores egresados desarrollan su actividad profesional en Universidades, un 15 % en Empresas de I+D+i (internacionales o nacionales con proyección internacional) y un 20 % en otros ámbitos profesionales (de las Administraciones Públicas o de ámbito privado nacional e internacional).

- **Profesores en universidades**: UPM, Sevilla, Politécnica de Valencia, Oviedo, Castilla-La Mancha, UC3M, Uned, Zaragoza, Institut Supérieur de l'Automobile et des Transports, CSIC, Universidad EAFIT, Universidad de La Laguna, Instituto Profesional Duoc UC, Pontificia Universidad Católica de Perú, Universidad Austral de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Fuzhou, Universidad de Alcalá, Universidad de Málaga, etc.
- **Instituciones y empresas Públicas**: CDTI - Ministerio de Economía y Competitividad, DGT, Metro de Madrid, Ministerio de Fomento, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, entre otras.
- **Empresas**: Siemens AG. Energy Sector, TÜV SÜD Rail GmbH, ACCIONA; IDOM; Carlos Fernández Casado, Oficina Técnica, Eurocopter, Otobre & Otobre, IECMM Madrid, Amberg and TTI Enginering Pte. Ltd. Singapore , entre otras.

8.3. DATOS RELATIVOS A LOS RESULTADOS DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS Y PREVISIÓN DE RESULTADOS DEL PROGRAMA

Desde el curso 07-08 hasta el 11-12 se han defendido 49 tesis en los Programas de Doctorado antecesores. Esto supone una media de 9,8 tesis por curso académico

Previsiones: Teniendo en cuenta que en curso 2011-2012, se ha defendido 12 tesis, y el calendario de extinción de Programas de Doctorado antiguos, se prevé mantener una tasa media para los próximos años en torno a 8 tesis por curso académico.

Tasas de éxito en la realización de tesis doctorales

Para su justificación, tomamos como referencia los años que han tardado en defender la tesis doctoral los 53 doctores egresados desde el curso 2007-08:

Nº de años en finalizar	2	3	4	5	6	7	8	>8
% tesis	18 %	10 %	41 %	15 %	13 %	3 %	0 %	0 %

• Tasa de éxito 3 años (% de doctorandos que realizan la presentación y lectura de tesis con respecto al total en 3 años) **Superior al 28 %.**

• Tasa de éxito 4 años (% de doctorandos que realizan la presentación y lectura de tesis con respecto al total en 4 años) **Superior al 69 %.**

• Tasa de éxito 5 años (% de doctorandos que realizan la presentación y lectura de tesis con respecto al total en 5 años) **Alrededor al 84 %.**

Teniendo en cuenta las siguientes hipótesis:

a) que con los nuevos plazos introducidos por el RD 99/2011 todos los doctorando que defendieron sus tesis en menos de 6 años lo podrían haber hecho en 4 años.

b) que algunos de los doctorandos pueden justificar su demora debido a que han cursado Programas que incluían periodo formativo

c) que numerosos doctorando realizaron sus tesis a la vez que estaban trabajando en proyectos de investigación financiados, algo que ya incluye la figura de alumno a tiempo parcial

Las previsiones que se contemplan respecto a las tasas de éxito son las siguientes:

	Tasa de éxito 3 años	**Tasa de éxito 4 años**	**Tasa de éxito 5 años**
Alumnos a tiempo completo	20%	80%	90%
Alumnos a tiempo parcial	--	20%	70%

Calidad de las tesis y contribuciones resultantes

	2008	2009	2010	2011	2012	Total
Nº Tesis Doctorales (por año)	8	11	11	7	12	**49**
Nº Publicaciones incluida en WoS	13	33	25	9	24	**104**
Promedio publicaciones en WoS (por tesis)	1,6	3,0	2,3	1,3	2,0	**2,1**

Considerando como indicio de calidad para una publicación derivada de la tesis el estar incluida en el ISI Web of Science, se observa lo siguiente: De las 49 tesis defendidas entre el año 2008 y 20012, se han originado 104 publicaciones contenidas en el ISI WoS, lo que implica que en promedio se obtienen 2,1 publicaciones por tesis con indicio de calidad.

9. PERSONAS ASOCIADAS A LA SOLICITUD

9.1. RESPONSABLE DEL PROGRAMA DE DOCTORADO

Tipo de Documento: DNI
Número de Documento: 17989951H
Nombre: Antonio.
Primer Apellido: Vizán.
Segundo Apellido: Idoipe.
Domicilio: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. C/ José Gutierrez Abascal, 2.
Código Postal: 28006.
Provincia: Madrid.
Municipio: Madrid.
Email: antonio.vizan@upm.es
FAX: 91 336 30 03
Móvil: 90 336 31 22
Cargo: Catedrático de Universidad.

9.2. REPRESENTANTE LEGAL

Tipo de Documento: DNI
Número de Documento:
Nombre:
Primer Apellido:.
Segundo Apellido:
Domicilio:
Código Postal:
Provincia: Madrid.
Municipio: Madrid.
Email:
FAX:
Móvil:
Cargo:

9.3. SOLICITANTE

Responsable del programa de doctorado.