

**PROGRAMA DE DOCTORADO**  
**Ingeniería Biomédica**  
**Universidad Politécnica de Madrid**  
(Regulado por el R.D. 99/2011, de 28 de enero)

**REQUISITOS DE ACCESO Y ADMISIÓN**



# 1 ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES

## 1.1 INFORMACIÓN PREVIA A LA MATRÍCULA

### 1.1.1 Perfil de ingreso

El perfil de ingreso recomendado, Perfil A, es el equivalente a Máster en Ingeniería Biomédica (o titulaciones afines en las que los alumnos adquieran competencias comunes a las que se describen a continuación). Las capacidades y conocimientos previos que habrán adquirido los alumnos con este perfil incluyen conocimientos sobre los sistemas biológicos, fisiopatología, modelado matemático de procesos biológicos, procesamiento de señales e imágenes médicas, conocimientos sobre equipamiento de monitorización, diagnóstico y terapia en medicina y sistemas de información.

Todos los alumnos, independientemente de su perfil de ingreso, deberán disponer del nivel B2 o superior de lengua inglesa.

No se contempla la obligatoriedad de complementos formativos para los alumnos que sean admitidos con este perfil de ingreso recomendado puesto que han adquirido todas las competencias necesarias.

Se contemplan otros perfiles de ingreso distintos al recomendado puesto que se trata de un programa de doctorado de base tecnológica muy multidisciplinar donde convergen múltiples áreas de conocimiento. Por este motivo es conveniente el ingreso de alumnos con perfiles distintos por los conocimientos de base que conllevan, que enriquezcan las actividades de investigación aportando su específica experticia. Estos perfiles se pueden clasificar del siguiente modo:

- Perfil B: perfil de Ingeniería y Ciencias básicas: ingeniería de telecomunicación, electrónica, informática, materiales y ciencias físicas, exactas o químicas.
- Perfil C: perfil de Ciencias de la Vida: ciencias biológicas, biotecnología, medicina y neuropsicología

Por tanto, en estos perfiles de ingreso distintos del recomendado se consideran las siguientes titulaciones (o titulaciones afines en las que los alumnos adquieran competencias comunes, incluidas las de Ingenieros Superiores con titulaciones previas al EEES siempre que cumplan con los requisitos de acceso). Esta relación se actualizará según vaya modificándose el mapa de titulaciones:

- Másteres en Ingeniería Biomédica
- Másteres en Ingeniería de Telecomunicación
- Másteres en Ingeniería de Materiales
- Másteres en Ciencias de la Computación e Ingeniería Informática
- Másteres en Ingeniería Industrial
- Másteres en Ingeniería Química
- Másteres en Ciencias Físicas
- Másteres en Ciencias Exactas
- Másteres en Bioquímica
- Másteres en Biotecnología
- Másteres en Biología
- Másteres en Ciencias de la Salud

- Másteres en Neuropsicología

Los alumnos con perfiles B o C tendrán que cursar complementos formativos del Máster Universitario de Ingeniería Biomédica de la UPM. La CAPD aprobará los complementos específicos del alumno según su perfil de ingreso,

### **1.1.2 Información pública del perfil de acceso y de la normativa de matriculación**

La información disponible para la formalización de la matrícula es accesible a través del sitio web de la UPM. En ella se pueden encontrar las condiciones y calendario, para la preinscripción, la admisión y la formalización de la matrícula, así como las ayudas para doctorandos. También está disponible la normativa sobre realización y evaluación de la tesis doctoral:

“[http://www.upm.es/institucional/Estudiantes/Estudios\\_Titulaciones/Estudios\\_Doctorado](http://www.upm.es/institucional/Estudiantes/Estudios_Titulaciones/Estudios_Doctorado).”

La información pública del programa de doctorado se puede acceder desde la página:

<http://www.etsit.upm.es/estudios/programas-de-doctorado.html>

La información específica relativa al programa de doctorado se encuentra en <http://docencia.gbt.tfo.upm.es/course/view.php?id=39>.

## **1.2 REQUISITOS DE ACCESO Y CRITERIOS DE ADMISIÓN**

### **1.2.1 Requisitos de acceso**

La UPM ha elaborado un *Modelo de programa de doctorado* donde se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias de Doctorado conforme al R.D. 99/2011, de 28 de enero. Dicho modelo ha sido aprobado en consejo de gobierno de 21 de diciembre de 2011 y está disponible en “[http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado de Doctorado y Postgrado/Negociados de Doctorado y Postgrado/Impresos/Modelo de Doctorado UPM.pdf](http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado%20de%20Doctorado%20y%20Postgrado/Negociados%20de%20Doctorado%20y%20Postgrado/Impresos/Modelo%20de%20Doctorado%20UPM.pdf)”.

En el Artículo 6 del RD99/2011 se establecen los requisitos de acceso al doctorado:

“1. Con carácter general, para el acceso a un programa oficial 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:

- a) 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.
- b) 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 los complementos de formación a que se refiere el artículo 7.2 de esta norma, 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.

- c) 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.
- d) 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.
- e) Estar en posesión de otro título español de Doctor obtenido conforme a anteriores ordenaciones universitarias."

La Comisión de Doctorado de la UPM será la responsable de comprobar, para aquellos alumnos que estén en posesión de títulos obtenidos conforme a sistemas educativos ajenos al Espacio Europeo de Educación Superior, que el título acredita un nivel de formación equivalente a los correspondientes títulos españoles de Máster Universitario y que faculta en el país expedidor del título para el acceso a estudios de Doctorado. La admisión a un Programa de Doctorado de la UPM se regirá por los criterios específicos del programa siempre que cumpla las condiciones generales de admisión de la UPM.

### **1.2.2 Criterios de admisión**

En cuanto a los criterios de admisión, el Artículo 12 del *Modelo de programa de doctorado* de la UPM establece:

*"1. El Comité de gestión de la Escuela de Doctorado, las Juntas de Escuela y Facultad, y los consejos de Centros de I+D+i o de Institutos Universitarios de investigación deberán establecer requisitos y criterios adicionales para la selección y admisión de los estudiantes a cada programa de doctorado.*

*2. La admisión a los Programas de Doctorado podrá incluir la exigencia de complementos de formación específicos. Dichos complementos de formación específica tendrán, a efectos de precios públicos y de concesión de becas y ayudas al estudio, la consideración de formación de nivel de doctorado, y su desarrollo no computará a efectos del límite establecido para el desarrollo de la tesis doctoral.*

*3. Los requisitos y criterios de admisión a que se refiere el apartado uno, así como el diseño de los complementos de formación a que se refiere el apartado dos, se harán constar en la memoria de verificación del programa de doctorado.*

*4. Los sistemas y procedimientos de admisión incluirán, en el caso de estudiantes con necesidades educativas especiales derivadas de la discapacidad, los servicios de apoyo y asesoramiento adecuados, que evaluarán la necesidad de posibles adaptaciones curriculares, itinerarios o estudios alternativos."*

La Comisión Académica del Programa de Doctorado (CAPD) es responsable del proceso de admisión de los solicitantes, que deben cumplir previamente con las condiciones legalmente exigidas para el acceso. Se tendrán en cuenta los siguientes criterios de admisión con las correspondientes ponderaciones:

Titulación académica, especialmente se valorarán aquellas titulaciones con competencias y conocimientos relacionadas con las áreas de especialización de la Ingeniería Biomédica incluidas en el Programa de Doctorado.	20%
Expediente académico,	30%
Experiencia profesional y/o investigadora	10%
Entrevista personal: El alumno deberá entrevistarse con un profesor del programa de doctorado que permita profundizar en todos los aspectos reflejados en su curriculum vitae. El profesor valorará además su motivación para cursar el Programa de Doctorado, los temas de interés en los que le gustaría investigar en caso de ser admitido y su formación previa en relación a los mismos.	30%
Disponer de conocimientos suficientes de lengua inglesa (nivel B2 o superior).	10%

La CAPD podrá admitir estudiantes para la realización del doctorado a tiempo parcial, hasta un máximo del 20% del total de matriculados cada curso académico aplicando los mismos criterios de admisión expresados anteriormente.

### 1.3 COMPLEMENTOS DE FORMACIÓN

Los alumnos con **perfil A** de acceso no realizarán ningún complemento formativo.

Los alumnos con **perfil B** o **perfil C** tendrán que cursar complementos formativos del Máster Universitario de Ingeniería Biomédica de la UPM. Será la Comisión Académica del Programa de Doctorado quien decida los complementos formativos a cursar por el estudiante en función de su perfil académico previo, ajustándose siempre a la normativa vigente y con las indicaciones que se dan a continuación. Estos alumnos deberán cursar con carácter obligatorio entre 7 y 30 ECTS de 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.

Los complementos formativos deberán completarse en un máximo de un año si el estudiante es a tiempo completo, o de dos si lo es a tiempo parcial.

Los alumnos que accedan con **perfil B** (Ingeniería y Ciencias básicas) deberán adquirir conocimientos del área de los fundamentos médicos con lo que obligatoriamente deberán cursar la siguiente materia:

MATERIA	ECTS
Fundamentos médicos de Bioingeniería	4

Todos alumnos, **perfil B** y **perfil C**, deberán adquirir conocimientos básicos del área de la ingeniería biomédica. Las materias que podrán cursar son las siguientes:

MATERIA	ECTS
Bioinstrumentación	4
Procesamiento de Señales Biomédicas	4
Imágenes Biomédicas	4
Telemedicina	4
Modelado y simulación de biosistemas	4
Seminarios de investigación	3

Los alumnos que especialicen su doctorado en el área de “telemedicina y sistemas de información” podrán cursar además asignaturas de la siguiente materia

MATERIA	ECTS
Tecnologías de la información y las comunicaciones en medicina	19

Los alumnos que especialicen su doctorado en el área de “Procesamiento de señales e imágenes médicas” podrán cursar además asignaturas de la siguiente materia

MATERIA	ECTS
Tecnologías avanzadas de imágenes y señales biomédicas	14

Los alumnos que especialicen su doctorado en el área de “Dispositivos, biomateriales y biomecánica” podrán cursar además asignaturas de las siguientes materias

MATERIA	ECTS
Dispositivos biomédicos	15
Biomateriales	4
Biomecánica de tejidos y fluidos	11
Biomecánica	4

Los contenidos, métodos de evaluación y resultados de aprendizaje de todas estas materias pueden consultarse en el siguiente enlace:

[http://docencia.gbt.tfo.upm.es/file.php/43/Descripcion\\_detallada\\_de\\_Asignaturas\\_MUIB\\_2013\\_v4.pdf](http://docencia.gbt.tfo.upm.es/file.php/43/Descripcion_detallada_de_Asignaturas_MUIB_2013_v4.pdf)

Para acceder a la información general del Máster de Ingeniería Biomédica [ver el siguiente enlace:](#)

[http://www.upm.es/portal/site/institucional/template.PAGE/menuitem.fe392479f15c1fe7a23dd510907c46a8/?javax.portlet.tpst=d4adc2b01545fee7a23dd510907c46a8&javax.portlet.prp\\_](http://www.upm.es/portal/site/institucional/template.PAGE/menuitem.fe392479f15c1fe7a23dd510907c46a8/?javax.portlet.tpst=d4adc2b01545fee7a23dd510907c46a8&javax.portlet.prp_)

d4adc2b01545fee7a23dd510907c46a8=cod%3D107.1%26cod2%3D9%26orden%3DCENTRO\_I  
MPARTICION%26opcion%3Ddetalle&javax.portlet.begCacheTok=com.vignette.cachetoken&jav  
ax.portlet.endCacheTok=com.vignette.cachetoken.

## 2 ACTIVIDADES FORMATIVAS

Todos los alumnos, independientemente de su perfil de entrada, deberán realizar las siguientes actividades formativas que se realizarán durante sus estudios de doctorado.

### 2.1 ORGANIZACIÓN

#### Actividad 1:

**Título:** Técnicas de búsqueda bibliográfica.

**Contenidos:** Se formarán a los alumnos para que aprendan a localizar documentación científica y clasificarla. Se les formará en herramientas disponibles para navegación en bases de datos bibliográficas y elaboración de bibliografías con diferentes formatos. Deberán hacer un ejercicio práctico en el que elaboren una bibliografía de trabajos relacionados con su trabajo de tesis. Aprenderán a buscar, seleccionar y ordenar eficientemente la información disponible así como a valorar la importancia de elegir un nombre único adecuado con el que firmar todas sus publicaciones en el futuro.

**Carácter obligatorio/optativo:** Obligatorio.

**Número de horas:** 10 horas.

**Mecanismo de evaluación:** Los tutores o directores de tesis valorarán por escrito el trabajo realizado y quedará reflejado en el Documento de Actividades del Doctorando.

#### Actividad 2:

**Título:** Técnicas de redacción de comunicaciones en congresos.

**Contenidos:** Se formarán a los alumnos para que aprendan los conceptos ligados a la comunicación científica: valoración del contexto o estado del arte, planteamiento de hipótesis, definición de objetivos, seguimiento de una metodología acorde a éstos, y valoración de resultados con un análisis del que se desprende las conclusiones, es decir, la corroboración o no de la hipótesis y el planteamiento de nuevas hipótesis, al menos como sugerencias. Deberán hacer un ejercicio práctico en el que redacten una comunicación relacionada con su trabajo de doctorado. Para ello seleccionarán un congreso real para atenerse a los requisitos del mismo: formato, extensión, tipo de asistentes, etc. Aprenderán a orientar la exposición, en formato poster, oral y documento final escrito. El alumno presentará el trabajo ante los miembros del grupo o laboratorio donde realiza su investigación.



**Carácter obligatorio/optativo:** Obligatorio.

**Número de horas:** 80 horas.

**Mecanismo de evaluación:** Los tutores o directores de tesis valorarán por escrito el trabajo realizado y quedará reflejado en el Documento de Actividades del Doctorando.

### Actividad 3:

**Título:** Seminarios del programa de doctorado

**Contenidos:** El programa de doctorado organizará conferencias periódicas, como se viene haciendo, que imparten investigadores del programa de doctorado y otros invitados externos, donde se exponen los avances más relevantes de las distintas líneas de investigación del programa o incluso de otras líneas que puedan ser consideradas conexas. Se trata de profundizar en el conocimiento de lo que se hace dentro del propio programa pero también de facilitar la dinámica del programa en el sentido de que pueda evolucionar según los vectores tecnológicos más prometedores en cada momento. Los presentes son invitados a realizar cuantas cuestiones crean pertinentes y especialmente los mentores tratan de motivar a los alumnos a que participen expresando ideas o cuestiones al menos si la conferencia está relacionada con sus temas de investigación.

**Carácter obligatorio/optativo:** Optativo

**Número de horas por actividad o en conjunto:** 30 horas

**Lengua de impartición:** español o inglés. En alguna ocasión otra lengua

**Calendario de actividades:** Semanal, a lo largo de todo el periodo de doctorado, tanto alumnos a tiempo completo como a tiempo parcial.

**Mecanismo de evaluación:** Los alumnos redactarán breves resúmenes de los seminarios a los que asisten, donde podrán incorporar sugerencias sobre nuevos trabajos de investigación, etc. que serán valorados por sus tutores o directores de tesis. La asistencia se reflejará en el Documento de Actividades del Doctorando.

**Actuaciones de movilidad:** Se fomenta la participación de profesores de instituciones internacionales en la realización de esta actividad de formación para los estudiantes. Atendiendo a los datos de los últimos cursos, la previsión es que al menos haya 10 conferencias/año impartidas por investigadores de instituciones internacionales. La búsqueda de financiación en ocasiones no es necesaria porque los profesores asisten a reuniones de proyectos de investigación con los profesores del programa. En cualquier caso el programa solicitará financiación externa en las convocatorias de movilidad que estén disponibles.

### Actividad 4:

**Título:** Estancias en centros de investigación

**Contenidos:** Las estancias corresponden a la formación específica en tecnologías necesarias para el desarrollo del trabajo de tesis, por lo tanto son distintas para cada alumno. En general es mejor realizarlas al principio del periodo de tesis, aunque no

debe excluirse la posibilidad de que ocurran al final. Preferiblemente se realizarán en centros extranjeros, pero no necesariamente. La actividad a realizar en concreto en cada caso será el resultado de un acuerdo con el centro de acogida en formato de proyecto.

**Carácter obligatorio/optativo:** Optativo.

**Número de horas:** tres meses (528 horas).

**Lengua de impartición:** español o inglés.

**Calendario de actividades:** Realizarán esta actividad durante todo el periodo de realización de la tesis, tanto alumnos a tiempo completo como a tiempo parcial.

**Mecanismo de evaluación:** El centro de recepción realizará una evaluación del desempeño del estudiante. El estudiante realizará un informe sobre su actividad. Ambos informes serán valorados por el tutor y toda la documentación quedará adjunta al Documento de Actividades del Doctorando.

**Actuaciones de movilidad:** Se podrán realizar una o varias, nunca más de una por curso, y preferiblemente de tres meses.

#### Actividad 5:

**Título:** Redacción de artículos científicos

**Contenidos:** Los alumnos de doctorado deberán redactar al menos un artículo como ejercicio práctico que podrá ser o no un caso real de publicación. En cualquier caso, aprenderán a seleccionar las revistas más adecuadas para la publicación teniendo en cuenta aspectos como el tema y la orientación del trabajo (aplicación, teoría básica, datos experimentales, etc.), la relevancia de la novedad, etc. La publicación deberá ser redactada siguiendo el formato de una o varias revistas, de modo que uno o varios doctores del programa la revisen para realizar críticas y efectuar peticiones de cambios de forma análoga a cómo sería en un caso real, con independencia de que finalmente el trabajo se publica de hecho. Se promueve por tanto, el aprendizaje con la práctica de los métodos de comunicación escritos en un lenguaje altamente técnico, claro y eficiente.

**Carácter obligatorio/optativo:** Obligatorio

**Número de horas:** 150

**Lengua de impartición:** Español e inglés

**Calendario de actividades:** Durante el segundo o tercer año de doctorado, tanto alumnos a tiempo completo como a tiempo parcial.

**Mecanismo de evaluación:** Los tutores o directores de tesis valorarán por escrito el trabajo realizado y quedará reflejado en el Documento de Actividades del Doctorando.

#### Actividad 6:

**Título:** Supervisión de trabajos de fin de grado o de master.

**Contenidos:** Habitualmente los alumnos de doctorado, en su calidad de licenciados o ingenieros o de master, pueden supervisar el trabajo de fin de grado o master de alumnos de las titulaciones relacionadas con el programa de doctorado (ver perfiles de entrada). En este caso el alumno se coloca en la posición de guiar el trabajo de otras personas, bajo la supervisión de su director o tutor de tesis. Para ello, los tutores o directores realizarán una sesión inicial de introducción a la actividad seguida de una labor de asesoramiento continuado de los alumnos hasta la finalización de los trabajos supervisados. Es recomendable que los alumnos realicen algún curso externo al programa de doctorado en estas temáticas como los que organiza ocasionalmente la propia UPM u otras instituciones.

**Carácter obligatorio/optativo.** Optativo

**Número de horas:** 80 horas

**Lengua de impartición:** español o inglés

**Calendario de actividades:** durante todo el periodo de doctorado, tanto alumnos a tiempo completo como a tiempo parcial.

**Mecanismo de evaluación.** El director o tutor supervisa el trabajo del alumno como tutor de trabajos. La evaluación final de estos trabajos por los tribunales correspondientes, así como el juicio del director o tutor de tesis sobre la actividad de alumno permite evaluar la calidad de la supervisión efectuada. La valoración por escrito del trabajo realizado quedará reflejada en el Documento de Actividades del Doctorando.

## Actividad 7

**Título:** Técnicas de elaboración de proyectos de investigación

**Contenidos:** Los alumnos de doctorado realizarán un trabajo práctico de elaboración de un proyecto de investigación en fase de preproyecto. Los tutores o directores proporcionarán ejemplos de proyectos reales con sus convocatorias correspondientes, así como eventualmente una nueva convocatoria a modo de referencia. Los alumnos, cñiéndose a los requisitos de una convocatoria concreta, elaborarán un anteproyecto consistente en definir los rasgos fundamentales de lo que podría llegar a ser un proyecto completamente redactado: instituciones necesarias para formar un consorcio, en su caso, que permitiera llevar adelante el proyecto, hipótesis, objetivos, metodología (paquetes de trabajo a grandes rasgos, personal, medios y presupuesto) y resultados esperables. Los tutores o directores proporcionarán el material básico, una sesión inicial de introducción y asesoramiento durante la realización del trabajo.

**Carácter obligatorio/optativo.** Obligatorio

**Número de horas:** 40

**Lengua de impartición:** Español e inglés

**Calendario de actividades:** Durante el tercer año, tanto alumnos a tiempo completo como a tiempo parcial.

**Mecanismo de evaluación.** Los tutores o directores de tesis valorarán por escrito el trabajo realizado y quedará reflejado en el Documento de Actividades del Doctorando.

### Actividad 8

**Título:** Propiedad intelectual y Transferencia de tecnología

**Contenidos:** Los alumnos de doctorado recibirán formación sobre protección y propiedad intelectual, transferencia de tecnología y creación de empresas de base tecnológica. La UPM realiza anualmente varios cursos sobre estas materias con distinto enfoque. Uno o varios de estos cursos podrán ser escogidos de acuerdo entre alumnos y tutores o directores.

**Carácter obligatorio/optativo.** Optativo

**Número de horas:** 16

**Lengua de impartición:** Español e Inglés

**Calendario de actividades:** Durante el segundo año, tanto alumnos a tiempo completo como a tiempo parcial.

**Mecanismo de evaluación.** La evaluación será la propia realizada durante el propio curso. La realización de estas actividades quedará reflejada en el Documento de Actividades del Doctorando

### Planificación temporal de las actividades de formación

Planificación para los alumnos a tiempo completo:

Actividad	Año 1	Año 2	Año 3
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

**Planificación para los alumnos a tiempo parcial:** Las actividades de tercer año se extienden al cuarto y quinto año.

Actividad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					