

7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

7.1 Justificación de la adecuación de los medios materiales y servicios disponibles

7.1.1 Medios materiales y recursos disponibles en la universidad

- **Aulas docentes e informáticas**

La Universidad Carlos III de Madrid ha impulsado desde su creación la mejora continua de las infraestructuras necesarias para la docencia y la investigación.

A continuación se indican los espacios directamente destinados a aulas de clase y aulas informáticas, así como las aulas de grados, y aulas magna. Todas las aulas de la universidad están dotadas de PC y de sistema de videoproyección fija que se maneja de forma centralizada e incluye la posibilidad de proyectar desde PC, DVD, y la conexión a la red de datos; todo ello además de la pizarra. El aula dispone de una toma secundaria de VGA adicional, para que el profesor pueda utilizar su portátil y visualizar sus contenidos a través de la pantalla. Dentro del plan plurianual de inversiones, la Universidad ha dotado las aulas de un mobiliario más flexible para las clases en grupos con diferente metodología docente de los nuevos grados. Además se está acometiendo un plan de renovación de equipamiento audiovisual de las aulas docentes, consistente en la renovación de proyectores con la implantación de tomas HDMI, en distintas fases. En algunas aulas se ha instalado refuerzo sonoro, así como cámaras para la realización de videoconferencia. También se han dotado aulas en cada campus con sistema de grabación de clases, dentro de la línea de mejora docente en la que está inmersa la universidad.

Asimismo, la universidad dispone de espacios de trabajo para los estudiantes para facilitar la interacción entre los estudiantes y el trabajo en grupo: boxes de trabajo, espacios con bancos de trabajo, en los cuales los alumnos pueden interactuar y trabajar de forma colaborativa.

ESPACIOS DE TRABAJO	COLMENAREJO		GETAFE		LEGANÉS		TOTALES	
	Núm.	M2	Núm.	M2	Núm.	M2	Núm.	M2
AULA INFORMÁTICA	6	542	15	2200	20	2576	41	5318
AULA DE DOCENCIA	29	2309	146	11777	79	8218	254	22304
AULA MAGNA	1	286	1	413	1	1200	3	1899
AULA MULTIMEDIA			3	295	3	181	6	476
SALÓN DE GRADOS	2	240	1	188	1	205	4	633
TOTALES	38	3377	166	14873	104	12380	308	30630

La Universidad dispone de aproximadamente 1000 PCs en sus aulas informáticas, para tareas de docencia y realización de prácticas y trabajos libres de los alumnos en horario de 9 a 21 horas, ofreciendo unas 70.000 horas-PC por semana. Existen puestos de trabajo con Windows y con Linux Ubuntu. Desde cada puesto se ofrece acceso libre a Internet, el uso de los programas más habituales de ofimática y el software específico de docencia, facilitando a los alumnos la realización de prácticas y otros trabajos del ámbito académico. Dentro del plan plurianual también

se han creado aulas más polivalentes con un equipamiento diferente y sistemas para conexión de ordenadores portátiles.

Como se ha indicado, todos los PCs de las aulas tienen acceso a Internet y están equipados con software básico: diferentes navegadores, paquetes ofimáticos, lectores PDF, compresores, etc. y software específico relacionado con la docencia impartida que se renueva con carácter anual: Autocad, Solidedge, Ansys, Matlab, son algunos ejemplos.

Las aulas Informáticas están dotadas de proyección fija y pantalla robotizada por si fuera necesaria su utilización por el profesor. Asimismo, la universidad ha desarrollado un sistema de aulas virtuales para facilitar a los alumnos el uso de software de docencia desde sus propios ordenadores y está avanzando en la adquisición de licencias de software que facilite su uso a los alumnos también fuera de las aulas informáticas (Office 365 y Matlab entre otros). Estas iniciativas van en la línea de acercar las aulas informáticas al propio PC del alumno.

- **Biblioteca y recursos electrónicos**

La Universidad cuenta con cinco bibliotecas en sus diferentes Campus, que se configuran como Centros de recursos para el aprendizaje y la investigación, en las que se integran recursos y servicios de diverso tipo, todos ellos orientados a las finalidades indicadas.

BIBLIOTECAS	PUESTOS DE ESTUDIO / TRABAJO	SUPERFICIE M2	PUESTOS MULTIMEDIA	PUESTOS INFORMÁTICOS AULAS
Ciencias Sociales y Jurídicas (Getafe)	746	6.500	65	24
Humanidades, Comunicación y Documentación (Getafe)	588	4.460	65	30
Escuela Politécnica (Leganés)	928	9.000	77	80
Menéndez Pidal (Colmenarejo)	595	4.200	48	60
Madrid-Pta. de Toledo	30	160	10	--
Total	2.887	24.320	265	194
Total puestos informáticos			459	
Nº de alumnos por puesto	6,4			
WIFI	En todos los edificios			

Como centros de recursos para el aprendizaje, las bibliotecas de la universidad disponen de puestos informáticos y salas de trabajo en grupo para los estudiantes. Conviene resaltar que todos sus edificios, como el resto de instalaciones universitarias, tienen conexión inalámbrica (wi-fi) lo que ha favorecido la puesta en marcha del préstamo de portátiles a los alumnos. Así mismo las bibliotecas tienen diversos tipos de recursos audiovisuales y dentro de las bibliotecas se encuentran también los centros de recursos para el aprendizaje de idiomas de la Universidad.

Todos los estudiantes de Grado pueden acceder a cualquiera de las bibliotecas de los otros Campus o estudios en las mismas condiciones, así como recibir en su biblioteca libros de las restantes que sean de su interés. Se trata de favorecer así el intercambio de fondos bibliográficos en un ámbito cada vez más multidisciplinar.

Aparte del medio millón de ejemplares impresos que alberga la colección de la biblioteca, ésta se ha dotado en los últimos años de una colección electrónica a texto completo de 100.000 libros y revistas, sin olvidar las usuales bases de datos referenciales o factuales. Todo ello fácilmente localizable gracias al actual buscador de contenidos. También puede acceder directamente a todos los recursos en:

<http://yj4gl8ww9p.search.serialssolutions.com/?L=YJ4GL8WW9P&tab=ALL>

La bibliografía recomendada por los profesores en sus asignaturas y publicada en los Programas de estudio es actualizada y completada anualmente y se encuentra disponible y accesible a través del catálogo en línea así como a través de la plataforma de docencia: Aula Global. Puede acceder en: <http://biblioteca.uc3m.es/uhtbin/cgiirsi/0/0/uc3m/1/73/X>

Además, los fondos especializados y de investigación son seleccionados por los Departamentos para su adquisición en base al presupuesto dotado por la Universidad y son accesibles tanto a profesores como a estudiantes.

La Biblioteca realiza Guías temáticas de información especializada por área de conocimiento para facilitar el acceso a los recursos así como para la realización del Trabajo Fin de Grado y Fin de Máster. Puede acceder en:

http://uc3m.libguides.com/guias_tematicas

Merece especial alusión el Centro de Documentación Europea, localizado en la Biblioteca de Ciencias Sociales y Jurídicas (Getafe) que cuenta con una rica colección especializada, así como con una sección de referencia centrada en temas de la Unión Europea.

En las mismas instalaciones, también destaca la recién incorporada colección de 75.000 volúmenes proveniente de la Biblioteca de Ciencias Sociales del antiguo Centro de Estudios Avanzados en Ciencias Sociales (CEACS) del Instituto Juan March, principalmente dedicada a la ciencia política y la sociología y con un fuerte perfil internacional.

La colección electrónica a texto completo se ve incrementada gracias al Repositorio institucional (e-Archivo) que reúne publicaciones académicas tales como tesis, proyectos fin de carrera, documentos de trabajo, comunicaciones o ponencias y artículos o monografías libres de derechos. Puede acceder en: <http://e-archivo.uc3m.es/>

También la Biblioteca y el servicio de informática facilitan la edición digital de las revistas científicas de la Universidad.

La biblioteca prepara e imparte las clases prácticas de la asignatura transversal Técnicas de Búsqueda de Información, en la que se explica al alumno la metodología de localización de recursos y se le muestra el acceso a la información en formato electrónico.

Asimismo, se ha creado la Unidad de Tecnología Educativa e Innovación Docente (UTEID) cuyas acciones están centradas en el apoyo a las iniciativas dentro de la Convocatoria de Innovación Docente de la UC3M: Cursos Cero 2013-2014 y creación de MOOC (Massive Open Online Course).

En esta línea, la Universidad participa en OCW (Open Course Ware o Materiales de estudio en abierto) dentro de la Red de Universia como parte del proyecto iniciado por el MIT, desde donde

se gestionan las convocatorias y publican los cursos en abierto de los profesores de nuestra Universidad.

Más información en: <http://biblioteca.uc3m.es>

- **Laboratorios**

La Universidad cuenta con laboratorios y talleres destinados a la impartición de clases prácticas y experimentales en las áreas que se indican a continuación, fundamentalmente en la Escuela Politécnica Superior del Campus de Leganés, pero también en otros centros como la Facultad de Humanidades, Comunicación y Documentación para los grados en Periodismo y Comunicación Audiovisual:

- Lab. De Física
- Lab. De Química
- Lab. De Materiales e Ingeniería Metalúrgica
- Lab. De Ingeniería Mecánica
- Lab. De Ingeniería de Organización
- Lab. De Ingeniería de Sistemas y Automática
- Lab. De Ingeniería Térmica y de Fluidos
- Lab. De Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras
- Lab. De Tecnología electrónica
- Lab. De Ingeniería Biomédica
- Lab. De Ingeniería Aeroespacial
- Lab. De Periodismo y Comunicación Audiovisual

Tanto el nº de locales como los m2 que representan, se reflejan en la tabla inferior:

ESPACIOS DE TRABAJO	DE	COLMENAREJO		GETAFE		LEGANES		TOTALES	
		Nº Locales	M2 Superficie	Nº Locales	M2 Superficie	Nº Locales	M2 Superficie	Nº Locales	M2 Superficie
LABORATORIO DE DOCENCIA	DE			1	18	53	4.252	54	4.270
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN	DE					47	3.300	47	3.300
LAB. DE DOCENCIA /INVESTIGACION	MIXTO	2	169			20	1.663	22	1.832
REDACCION RADIO Y T.V.				3	237			3	237

En particular, en la docencia e investigación de Leganés se usan 120 laboratorios que ocupan 9215 m². De ellos, en el apartado 7.1.2 se especifican cuáles se destinan en concreto a la docencia del Grado.

El mantenimiento en condiciones adecuadas de estos laboratorios y talleres se lleva a cabo por los Departamentos a los que se adscriben y cuentan con la colaboración de la Oficina Técnica que, junto al Comité de Seguridad y Salud han impulsado además acciones correctoras o medidas preventivas encaminadas a mejorar el nivel de seguridad, salud y protección del medio ambiente. Entre estas medidas se encuentra la elaboración de un plan de prevención de riesgos y de autoprotección, un manual de seguridad en los laboratorios, la promoción del uso de ropa adecuada y equipos de protección individual, la gestión y traslado de residuos químicos y gases industriales, y la asesoría y formación específicas tal y como puede verse en:

https://portal.uc3m.es/portal/page/portal/laboratorios/prevencion_riesgos_laborales

- **Accesibilidad**

Finalmente, la Universidad ha puesto en marcha desde hace años diversas actuaciones para la mejora de la accesibilidad de sus instalaciones y servicios (Plan de Accesibilidad Integral), así como recursos específicos para la atención a las necesidades especiales de personas con discapacidad:

- Edificios y urbanización de los Campus.
- Equipamientos especiales (mobiliario)
- Residencias de estudiantes
- Web e Intranet en proceso de mejora de accesibilidad, con previsión de alcanzar próximamente el nivel Doble A según las Pautas de Accesibilidad de Contenidos Web WCAG 1.0 (W3C, 1999). Ver más información en:
<http://www.uc3m.es/portal/page/portal/inicio/accesibilidad>
- Sistemas y recursos de comunicación, información y gestión de servicios: procedimientos, formularios, folletos, guías, mostradores, tabloneros informativos.
- Recursos para la docencia y el aprendizaje: materiales didácticos accesibles, adaptación de materiales y recursos para el aprendizaje, ayudas técnicas, apoyo humano especializado
- Planes de emergencia y evacuación.
- Sensibilización y conocimiento de la discapacidad en la comunidad universitaria

Puede consultarse la guía de servicios a estudiantes con necesidades especiales en:

http://www.uc3m.es/portal/page/portal/cultura_y_deporte/discapacidad

7.1.2 Recursos destinados a la docencia del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

En primer lugar, es necesario tener en cuenta que, con objeto de optimizar los recursos, los medios materiales no están asociados a un título concreto. Esto permite dotar de mayor flexibilidad al sistema y mejorar su eficacia y eficiencia.

En cualquier caso, a continuación se determinan, en función del número de alumnos matriculados, los recursos específicamente destinados a la docencia del Grado. Para ello se ha realizado una estimación teniendo en cuenta los recursos directamente relacionados con la actividad docente en

el Campus (las aulas y la biblioteca) y la previsión de estudiantes matriculados en esta titulación (una vez implantados la totalidad de los cursos) en relación con el total del Campus.

Esta titulación se va a impartir en el Campus de Leganés, en el que se encuentra la sede de la Escuela Politécnica Superior. Se estima, de acuerdo con los datos del último curso cerrado (2017/18), para este Campus un número de estudiantes matriculados en titulaciones de Grado de 5.361.

Tal y como se ha indicado en los apartados anteriores, en el Campus de Leganés hay 20 aulas informáticas (2.576 m²) y 79 aulas de clase (8.218 m²). Por otro lado, la Biblioteca tiene un total de 9.000 m² y 928 puestos de lectura. En el curso 2017/2018, este Grado tuvo 667 estudiantes matriculados lo que representa alrededor de un 13% del total de alumnos del Campus. Este porcentaje, aplicado a los recursos del Campus, permite asignar al Grado 10 aulas docentes y 3 aula informática con exclusividad que permite impartir **600** horas de clase en aula y 180 horas de clase en aulas informática (a razón de 12 horas/aula x 5 días semanales= 60 horas semana/aula).

Si consideramos que cada estudiante va recibir unas 15 horas semanales de clase presencial en aula y que el Grado tendrá (como ya se ha comentado) 667 alumnos matriculados con grupos de 33 alumnos de promedio¹ necesitaremos impartir **303** horas² a la semana.

Como resultado de lo anterior podemos concluir que los recursos disponibles se consideran suficientes para cubrir sobradamente el horario de aprendizaje en aula previsto en la programación docente para los estudiantes de este grado. También se considera que son adecuados los espacios y recursos de Biblioteca disponibles ya que la ratio de estudiantes por m² se encuentra en torno a 0,7³ y la de número de estudiantes por puesto de lectura es de 5,8⁴.

7.1.3 Laboratorios y talleres utilizados directamente en la docencia del Grado

1. LAB. DE ING. DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA

Identificador laboratorio	TIPO	Nº PUESTOS
1.0B06-A	Lab. Docente alumnos para prácticas de Automatización y Visión por computador y Automatización Edificios.	12
1.0B06-B	Lab. Docente alumnos para prácticas de Robótica y Automatización	15
1.1L01	Lab. Docente alumnos para prácticas de Control y Automatización	12
1.1L02	Lab. Docente alumnos para prácticas de Control y Automatización	12

Los laboratorios 1.L01 y 1.L02 disponen de instrumentación propia- 24 osciloscopios digitales, 24 generadores de señal, 24 tarjetas de adquisición de datos- y equipos de control en automatización -24 autómatas programables TSX Premiun-.

¹ Es el promedio de alumnos por grupo en asignaturas básicas y obligatorias de los Grados de la Escuela Politécnica Superior en el curso 2017/18

² Nº horas/semana por alumno x Nº de Alumnos / Promedio de alumnos/grupo en asignaturas básicas y obligatorias.

³ Número de alumnos por m² de las Bibliotecas de dicho campus.

⁴ Número de alumnos del campus entre puestos de lectura/trabajo en la Biblioteca de dicho Campus.

Los laboratorios situados en la zona 1.0B06 cuentan con equipos de control en automatización -8 autómatas programables S7, 6 controladores en PC con periferia distribuida-, equipos para visión por computador -12 cámaras digitales con tarjeta de procesamiento de imágenes, 12 cámaras digitales USB-, equipos de control de instalaciones domóticas bajo KXX, 8 puestos con sensores, cilindros electroneumáticos, válvulas electroneumáticas- y 3 robots ABB para la realización de prácticas de robótica industrial y 1 célula de fabricación flexible completa.

En el curso 2017/2018 las asignaturas que requieren este tipo de laboratorios han tenido 2.410 alumnos matriculados. Todos ellos tienen que realizar un total de 8 horas de laboratorio, lo que supone que es necesario impartir un total de **19.280 horas** (2.410 alumnos x 8 horas/alumno). De ellos, **1.212 alumnos son del Grado en objeto de estudio por lo que tienen que cursar 9.696 horas de laboratorios.**

Este departamento cuenta con 51 puestos de laboratorio que pueden ser ocupados por 2 alumnos. Normalmente, se imparten 8 horas diarias de laboratorio (dos sesiones de mañana y dos de tarde, de dos horas cada una), por 5 días cada semana, por 14 semanas que tiene el cuatrimestre lectivo, por 2 cuatrimestres. Por lo tanto, el número total de horas a impartir por curso académico puede ser de hasta:

$51 \times 2 \text{ alumnos} \times 8 \text{ horas/día} \times 5 \text{ días/semana} \times 14 \text{ semanas} \times 2 \text{ cuat} = \mathbf{114.240 \text{ horas}}$. De estas, **57.451 horas** (el 50%, que es el porcentaje de alumnos del Grado -1.212- respecto del total de alumnos que tienen que hacer prácticas en este laboratorio -2.410-) están reservadas para impartir las prácticas de este Grado.

Este número de horas es mucho mayor que las necesarias para dar prácticas a todos los alumnos.

Finalmente, tampoco hay un problema de profesorado, ya que el Departamento es suficientemente grande para dar esas prácticas, en las que colaboran también estudiantes de doctorado que tienen un contrato en formación con la UC3M, ya que pueden dar hasta 60 horas de prácticas al año.

2. LABORATORIOS DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

Identificador laboratorio	TIPO	Nº PUESTOS
1.1 F05 ⁽¹⁾	Lab. de electrónica general	15 puestos ⁽²⁾ .
1.1 F06 ⁽¹⁾	Lab. de electrónica general	12 puestos ⁽²⁾ .
1.1 I09	Lab. de electrónica general	18 puestos ⁽²⁾ .
1.1 F07 ⁽¹⁾	Lab. de electrónica general	12 puestos ⁽²⁾ .
1.1 F08 ⁽¹⁾	Lab. de electrónica general	15 puestos ⁽²⁾ .
1.0 E01	Lab. de electrónica general	42 puestos ⁽²⁾ , divididos en dos espacios de 21 puestos cada uno.
1.1.I04	Lab. para fabricación de circuitos impresos.	
1.1.I05	Lab. para fabricación de	

NOTAS:

⁽¹⁾La codificación es a nivel de departamento.

⁽²⁾Cada puesto está pensado para ser utilizado por unos dos estudiantes.

Equipamiento

- **Equipos disponibles en cada puesto:**
 - Osciloscopio.
 - Generador de señal.
 - Fuente de alimentación.
 - Multímetro.
 - Entrenador electrónico.
 - Transformador.
- **Equipos disponibles para uso compartido:**
 - Microprocesador/Programador PROM universal.
 - Medidor LCR.
 - Hardware: circuitos impresos.
 - Board for Altera MAX7000 CPLDs (University made)
 - Microprocessor peripheral board (University made) para utilizar con placa de evaluación MCB2100.
 - Placa de evaluación Keil MCB2100 (microprocesador ARM)
 - Dispositivo de programación de microcontroladores PIC PICKit 2.
- **Software:**
 - Orcad PSpice.
 - Altera Quartus II.
 - Keil uVision IDE (GNU Eclipse Environment está en proceso de evaluación).
 - MicroChip MPLAB IDE.
- **Equipos para fabricación de circuitos impresos:**
 - Estación de soldadura.
 - Brazos aspiradores.
 - Taladros.
 - Aspiradores.
 - Insoladora.
 - Guillotina.
 - Reveladora.
- Máquina de grabado por aspersión de doble cara.

En el curso 2017/2018 las asignaturas que requieren este tipo de laboratorios han tenido 3.452 alumnos matriculados. Todos ellos tienen que realizar un total de 8 horas de laboratorio, lo que supone que es necesario impartir un total de **27.616 horas** (3.452 alumnos x 8 horas/alumno). De ellos, **1.084 alumnos son del Grado en objeto de estudio por lo que tienen que cursar 8.672 horas de laboratorios.**

Este departamento cuenta con 114 puestos de laboratorio que pueden ser ocupados por 2 alumnos. Normalmente, se imparten 8 horas diarias de laboratorio (dos sesiones de mañana y dos de tarde, de dos horas cada una), por 5 días cada semana, por 14 semanas que tiene el cuatrimestre lectivo, por 2 cuatrimestres. Por lo tanto, el número total de horas a impartir por curso académico puede ser de hasta:

$114 \times 2 \text{ alumnos} \times 8 \text{ horas/día} \times 5 \text{ cinco días/semana} \times 14 \text{ semanas} \times 2 \text{ cuat} = \mathbf{255.360 \text{ horas}}$. De estas, **80.188 horas** (el 31%, que es el porcentaje de alumnos del Grado -1.084- respecto del total de alumnos que tienen que hacer prácticas en este laboratorio -3.452-) están reservadas para impartir las prácticas de este Grado.

Este número de horas es mucho mayor que las necesarias para dar prácticas a todos los alumnos.

Finalmente, tampoco hay un problema de profesorado, ya que el Departamento es suficientemente grande para dar esas prácticas, en las que colaboran también estudiantes de doctorado que tienen un contrato en formación con la UC3M, ya que pueden dar hasta 60 horas de prácticas al año.

7.1.4 Protocolos de mantenimiento

En relación con los protocolos de mantenimiento de los materiales y servicios, así como con los mecanismos de actuación establecidos en la Universidad Carlos III, se recogen en el Anexo los principales protocolos de mantenimiento de los sistemas eléctricos, de climatización, mobiliario, carpintería y cerrajería y equipamiento audiovisual así como el mantenimiento específico de los laboratorios.

Mantenimiento preventivo:

El mantenimiento básico de tipo preventivo se lleva a cabo por los técnicos de laboratorio adscritos a los laboratorios en cuestión. Si hay alguna avería que no puede ser solventada por los técnicos del laboratorio, en la oficina técnica hay otros técnicos que ven la posibilidad de reparación en la propia universidad. Si tampoco se puede reparar en la oficina técnica, se pide presupuesto al exterior.

- Mantenimiento básico diario. Dependiendo del laboratorio, las estaciones de trabajo utilizadas durante el día son revisadas, comprobando el funcionamiento de los equipos instrumentales (sondas, cables, electroimanes, etc.). También donde procede, se realiza una monitorización de los servidores para garantizar disponibilidad y rendimiento de las aplicaciones básicas.
- Mantenimiento semanal completo. Algunos equipos son muy sensibles y propensos a sufrir daños o a perder la calibración. Cada semana son chequeados y recalibrados si es necesario. En el caso de estaciones de trabajo, se revisan el teclado, ratón y pantalla, así como el funcionamiento general del ordenador
- Mantenimiento al final de cada período de clases. Al final de cada período de clases (dos veces al año) se comprueban todos los laboratorios y se llevan a cabo las reparaciones necesarias en los equipos, los bancos de trabajo, las protecciones eléctricas, reinstalaciones de sistemas operativos, nuevo software, actualizaciones, etc.

Mantenimiento correctivo:

- Las reparaciones y la sustitución de componentes dañados se llevan a cabo por los técnicos de laboratorio. El equipo dañado y no recuperable se almacena para reutilizar los componentes que estén en buen estado como piezas de repuesto.
- Además, la Oficina Técnica de la Universidad colabora en la reparación y mantenimiento de los equipos de informática, para lo que cuenta con un presupuesto destinado específicamente para ello.

Adquisición:

- La Comisión de Laboratorios de la Universidad, presidida por el Vicerrector de Infraestructuras, dota anualmente a los Departamentos de la financiación necesaria para adquirir nuevos equipos y sustituir los obsoletos o inservibles.
- La adquisición de equipos sigue las normas y procedimientos establecidos por la Universidad.
- Al final de cada año académico (mes de junio), los equipos dañados y no recuperables son retirados y se compran, reciben e instalan los equipos nuevos.