

## 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

<b>SALÓN DE GRADOS</b>	2	240	1	188	1	205	4	633
<b>TOTALES</b>	<b>38</b>	<b>3377</b>	<b>166</b>	<b>14873</b>	<b>104</b>	<b>12380</b>	<b>308</b>	<b>30630</b>

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.

<b>BIBLIOTECAS</b>	<b>PUESTOS DE ESTUDIO / TRABAJO</b>	<b>SUPERFICIE M2</b>	<b>PUESTOS MULTIMEDIA</b>	<b>PUESTOS INFORMÁTICOS AULAS</b>
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](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	COLMENAREJO		GETAFE		LEGANES		TOTALES	
	Nº Locales	M2 Superficie	Nº Locales	M2 Superficie	Nº Locales	M2 Superficie	Nº Locales	M2 Superficie
LABORATORIO DE DOCENCIA			1	18	53	4.252	<b>54</b>	<b>4.270</b>
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN					47	3.300	<b>47</b>	<b>3.300</b>
LAB. MIXTO DOCENCIA /INVESTIGACION	2	169			20	1.663	<b>22</b>	<b>1.832</b>
REDACCION RADIO Y T.V.			3	237			<b>3</b>	<b>237</b>

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:

- **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, tableros 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](http://www.uc3m.es/portal/page/portal/cultura_y_deporte/discapacidad)

### **7.1.2 Recursos destinados a la docencia del Grado en Ingeniería Física**

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 de este 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 (2016/17), para este Campus un número de estudiantes matriculados en titulaciones de Grado de 5.251.

Tal y como se ha indicado en los apartados anteriores, en el Campus de Leganés hay 20 aulas informáticas (2.576 m<sup>2</sup>) y 79 aulas de clase (8.218 m<sup>2</sup>). Una vez implantados la totalidad de los

cursos del Grado, se estima que tendremos 160 estudiantes matriculados, lo que representa alrededor de un 3,05 % del total de alumnos del Campus de Leganés. Este porcentaje, aplicado a los recursos del Campus, permite asignar al Grado 3 aulas docentes y 1 aula informática con exclusividad que permite impartir 180 horas de clase en aula y 60 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) 160 alumnos matriculados con grupos de 33 alumnos de promedio<sup>1</sup> necesitaremos impartir 73 horas<sup>2</sup> 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 0,6<sup>3</sup> y la de número de estudiantes por puesto de lectura es de 5,7<sup>4</sup>.

### 7.1.3 Laboratorios y talleres utilizados directamente en la docencia del Grado

#### 1. LABORATORIOS DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

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

<sup>1</sup> Es el promedio de alumnos por grupo en asignaturas básicas y obligatorias de los Grados de la Escuela Politécnica Superior en el curso 2016/17

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

<sup>3</sup> Número de alumnos por m2 de las Bibliotecas de dicho campus.

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

1.1.105	Lab. para fabricación de circuitos impresos.	
---------	--	--

NOTAS:

<sup>(1)</sup>La codificación es a nivel de departamento.

<sup>(2)</sup>Cada puesto está pensado para ser utilizado por 1-3 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.

## **2. LABORATORIOS DE TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES**

Identificador laboratorio	TIPO	Nº PUESTOS
4.0B01A	Laboratorio general	20 puestos.



4.0B01C	Laboratorio general	20 puestos.
4.0B01B	Laboratorio de Televisión	10 puestos
4.2B01B	Laboratorio de Comunicaciones Básico	12 puestos <sup>(1)</sup>
4.2B01C	Laboratorio de Comunicaciones Móviles	8 puestos
4.2E01	Laboratorio de microondas y de antenas	7 puestos
4.3A01	Laboratorio avanzado de microondas y de antenas	cámara anecoica
7.1 J10	Laboratorio acústico/electroacústico	1 puesto (para grupos de 8 estudiantes).
7.1 J10	Laboratorio de Audio	2 puestos (para grupos de 4 estudiantes).

NOTAS:

<sup>(1)</sup>Cada puesto de laboratorio está equipado para un máximo de 3 estudiantes.

**Equipamiento:**

- **Laboratorio de Comunicaciones Básico (4.2.B01B):**

- **Equipos disponibles en cada puesto:**

- Ordenador.
- Generador programable de funciones.
- Fuente de alimentación.
- Multímetro.
- Entrenador electrónico.
- Transformador.

- **Equipos de placas de circuito impreso:**

- Placa para TMS320C6713 DSP de Texas Instruments.
- Placas de filtrado (hechas en la Universidad).

- **Software:**

- Matlab última versión.
- Code Composer Studio Rev 3.1 de Texas Instruments para DSKTMS320C6713.

- **Laboratorio de comunicaciones móviles (4.2.B01C):**

El laboratorio tiene tres tipos de puestos:

- **Un puesto avanzado** dedicado a generar y analizar señales de radio como GSM, UMTS y WLAN. Los estudiantes pueden diseñar cada parte de la transmisión en los estándares hasta los 3 GHZ y analizarla posteriormente, adquiriendo experiencia en el trabajo con sistemas reales mediante la interacción con ellos:

- Generador de señales vectoriales: Agilent 89600S with Vector signal Analyzer 9.0 with options B7R (WLAN), B7U (WCDMA) and AYA.
- Analizador de señales vectoriales, Agilent ESG 4438C con opciones 400 (WCDMA), 402 (GSM), UN7 (Analizador interno de la tasa de bits) and software externo de generación para WLAN.
- Tarjeta de emulación de canales móviles.
- **1 puesto intermedio:**
  - Generador de ondas arbitrarias Tabor WW2572A con extensión a software de comunicaciones específicas para generar señales básicas y medias como canales específicos de UMTS o GSM hasta 100 Mhz.
  - Osciloscopio digital Lecroy Wavesurfer 62Sx con extensiones matemáticas.
  - Software modular.
- **7 puestos básicos,** donde los estudiantes pueden codificar las diferentes señales usando matlab, enviarlas al generador y analizarlas desde el osciloscopio:
  - Generador de ondas arbitrarias Tektronix AFG3102.
  - Osciloscopio digital Tektronix TDS5032B.
  - Osciloscopio digital Tektronix TDS5034B.
- **Laboratorio acústico (7.1J10):**
  - 2 Ordenadores personales
    - 1 analizador sonoro PULSE
    - 2 altavoces activos
    - 2 altavoces pasivos
    - 8 micrófonos
    - 1 calibrador sonoro
    - 2 unidades de alimentación Phantom
    - 1 amplificador de audio
    - 1 sistema gestor de altavoces
    - 1 mesa giratoria
    - 1 reproductor DVD
    - 1 fuente de audio omnidireccional
    - 1 máquina generadora de impactos

### **Laboratorio de Televisión (4.0.B01B)**

- 2 Puestos Workstation edición de vídeo con Programa Media Composer
- 2 Puestos Adquisición analógica y Digital de Vídeo DC1000
- 2 Cámaras Profesionales BetaCam
- 2 Cámaras Tricolor Handycam
- 2 Monitores Profesionales para Vídeo
- 1 mesa edición y grabación de Vídeo
- Rack con equipamiento para tratamiento de Vídeo con pantalla LCD Profesional
- Panel para hacer Croma, sistema de grabación Croma

## **Laboratorio de Audio (7.1J10)**

### Puesto 1:

- 1 Ordenador Personal
- 1 mesa de mezclas de audio analógica
- 1 compresor / puerta de ruido
- 1 ecualizador gráfico
- 2 ecualizadores paramétricos
- 1 reproductor de CD

### Puesto 2:

- 1 mesa de mezclas de audio digital
- 5 altavoces activos
- 2 auriculares
- 1 multipista
- 1 unidad de efectos

## **LABORATORIO DE MICROONDAS Y ANTENAS (4.2.E01)**

El Laboratorio de Microondas y Antenas es utilizado en las asignaturas de Campos Electromagnéticos, Tecnologías de Alta Frecuencia y Propagación y Transmisión Inalámbrica.

### **Bancos para medidas en guía en banda X**

El laboratorio cuenta con 6-7 (se ajusta dependiendo de las necesidades docentes de cada grupo de laboratorio) bancos de medida en guía de onda. Cada banco tiene una doble utilidad dependiendo de la asignatura y modalidad para la que se utilice. Cada banco consta de:

#### **Modalidad 1: medida de características de circuitos de microondas.**

Generador de banda X, modulador de onda cuadrada, detector de microondas y medidor de ROE, frecuencímetro, acopladores direccionales, tramos de guía, atenuadores variables, línea de medida, T plano H y T plano E, terminaciones en cortocircuito, adaptadores.

Se disponen de 4 bancos de la empresa Arras y 3 de la empresa De Lorenzo.

#### **Modalidad 2: medida de diagramas de radiación**

Además de los elementos anteriores (generador de banda X, modulador de onda cuadrada, detector de microondas y medidor de ROE, frecuencímetro, acopladores direccionales, tramos de guía, línea de medida) cada banco dispone de un par de antenas de bocina en banda X, una parábola y una plantilla para medir la inclinación en grados de la antena y poder medir el diagrama.

#### **Mini-banco para caracterización de antenas. Empresa suministradora Lucas Nuelle**

El banco consta de un programa de control de un motor de rotación, soportes para medir las antenas y detector para extraer el diagrama de radiación, dispone de antenas de diferentes tipos para poderlas caracterizar. Funciona en banda X.

### **Dos bancos para medida profesional de parámetros circuitales y medida de potencia**

Cada banco consta de un analizador de redes vectorial (hasta 6 GHz –Agilent Technologies- o hasta 4 GHz –Rohde Schwarz) y un analizador de espectros (hasta 6.5 GHz o hasta 3 GHz, en ambos casos de la empresa Agilent). Se dispone de un calibre mecánico para cada uno de los analizadores de redes vectorial.

### **3. LABORATORIOS DE FÍSICA**

<b>Identificador laboratorio</b>	<b>TIPO</b>	<b>Nº PUESTOS</b>
4.S.B01	Laboratorio de Mecánica y Termodinámica	16 puestos para 32 alumnos.
4.S.B02	Laboratorio de Óptica y Electricidad	16 puestos para 32 alumnos.
4.S.B03	Laboratorio para prácticas de Electricidad, Magnetismo y Ondas	24 alumnos

#### **Equipamiento:**

- **Equipos de propósito general:**
  - Multímetros digitales.
  - Osciloscopios.
  - Fuentes de alimentación universales.
  - Calibres.
  - Generadores.
  - Termómetros.
  - Escalas métricas,
  - etc.
- **Equipos de uso específico** asociado a cada práctica particular:
  - Sondas de Hall.
  - Medidor de Gauss
  - Balanza amperométrica.
  - Transformadores específicos.
  - Capacitores
  - Medidores de campo eléctrico.
  - Cartuchos de butano,
  - etc.

#### 4. LAB. DE ING. TÉRMICA Y DE FLUIDOS

Identificador laboratorio	TIPO	Nº PUESTOS
10D02	Laboratorio general de Ingeniería Térmica y de Fluidos (Nave)	140 (no simultáneos)
10T05	Laboratorio de Motores térmicos	10
11T06	Laboratorio de Ingeniería Térmica y de Fluidos	20
11T07	Laboratorio de Mecánica de Fluidos	20
11T08	Laboratorio de Ingeniería Térmica y de Fluidos	20
11T09	Laboratorio de Ingeniería Térmica y de Fluidos	10

Estos laboratorios cuentan con instalaciones para la realización de prácticas docentes en termodinámica aplicada, transferencia de calor y masa, generadores térmicos, motores térmicos, instalaciones de refrigeración y aire acondicionado y energías renovables.

##### A. Laboratorio general de Ingeniería Térmica y de Fluidos (Nave 1.0D02)

En este laboratorio se encuentran alojados los equipos de mayor tamaño. Las instalaciones son las siguientes:

- Instalación para la caracterización de una Bomba Hidráulica Centrífuga (10 puestos)
- Instalación para la caracterización de una Turbina Pelton (10 puestos)
- Práctica de descarga de depósitos (20 puestos)
- Instalación de medida de variables psicrométricas (10 puestos)
- Práctica de calentador de agua (10 puestos)
- Caldera Wiessman (10 puestos)
- Máquina de Absorción YASAKI de Bromuro de Litio (10 puestos)
- Máquina de Absorción ROBUR de Amoniaco (10 puestos)
- Cámara Frigorífica (10 puestos)
- Práctica de arquitectura de motores, con motores alternativos seccionados y partes de motores (20 puestos)
- Instalación solar (20 puestos)

##### B. Laboratorio de motores térmicos (10T05)

Celda con tres motores térmicos instrumentados, para diferentes prácticas de caracterización de su funcionamiento.

- Banco de ensayo de MT Nissan Diesel con freno
- Banco de ensayo de MT Peugeot con medidores de emisiones y NOx
- Banco de ensayo de MT Hatz con control de combustible
- Analizador de gases

- Práctica multipropósito de turbocompresor

C. Cuatro laboratorios de prácticas de Ingeniería Térmica y de Fluidos (11T06-09)

En estos laboratorios se encuentran las siguientes instalaciones para prácticas:

- Medida de la tensión superficial de un fluido
- Caracterización de disipadores térmicos
- Instalación de Tubo Venturi
- Instalaciones para la medida de la pérdida de carga en tuberías
- Instalaciones para la medida de la viscosidad de diferentes fluidos
- Instalaciones para el estudio de llamas de Difusión y de Premezcla
- Calorímetros e Intercambiadores de Calor
- Motores para práctica de montaje y desmontaje de motores

## 5. LAB. DE QUÍMICA

Identificador laboratorio	TIPO	Nº PUESTOS
10E02 A	Lab. Docente alumnos para prácticas de Química	12 puestos <sup>(1)</sup>
10E02 B	Lab. Docente alumnos para prácticas de Química	12 puestos <sup>(1)</sup>
11E01	Lab. Docente alumnos para prácticas de Química	6 puestos <sup>(1)</sup>

Notas:

(1) Cada puesto dispone de capacidad para 1-2 alumnos. En algunas prácticas se combinan dos o más puestos para dar cabida a grupos de 3-4 alumnos.

**Cada puesto de trabajo** dispone de Kits con todo el pequeño material fungible de laboratorio necesario para la realización de las prácticas propuestas (pequeño equipamiento de vidrio, agitadores, espátulas y pipetas, buretas, probetas, matraces...) así como los reactivos y productos químicos específicos para la realización de la práctica. Asimismo disponen todos de toma de corriente y toma de agua con desagüe.

**Además, los laboratorios tienen el siguiente equipamiento general:**

- Vitrina con sistema de extracción de gases en todos los laboratorios
- Espectrofotómetro JASCO con ordenador externo
- Espectrofotómetro SHIMADZU con ordenador integrado
- Refractómetro
- Fotorreactores encamisados (2) equipados con lámparas de UV con fuente de alimentación
- Baños térmicos
- Agitadores magnéticos con pletina calefactable y agitadores mecánicos.
- Bombas peristálticas
- Balanza/granatarario
- Estufa
- Columnas de rectificación (2) completas equipadas con sistema de extracción de muestras en montaje permanente
- Equipamiento de seguridad común: extintores, ducha, lavaojos.
- Equipamiento de seguridad individual: guantes de latex, mascarillas, gafas.

El laboratorio esta siempre asistido por un técnico de laboratorio en todo momento para asegurar el buen estado del material así como apoyo al profesor en lo referente a normas de seguridad.

## 6. LAB. DE MATERIALES E ING. METALÚRGICA

Identificador laboratorio	TIPO	Nº PUESTOS
10A03 – 10A04	Lab. Docente alumnos para prácticas de Materiales y Metalurgia	15
10A01	Lab. Docente alumnos para prácticas de Materiales y Metalurgia	20

Contamos con un laboratorio de para albergar máquinas de grandes dimensiones:

- Caracterización de materiales:
  - Propiedades mecánicas: Péndulo Charpy, Máquina de ensayos de tracción, Durómetro
  - Estudio microestructural: microscopios ópticos
  - Propiedades eléctricas: Conductímetro
- Tratamientos térmicos: Hornos de mufla; dispositivo para ensayo Jominy de templabilidad de aceros.
- Laminadora para ensayos de deformación plástica en frío.

Así como otro laboratorio con el siguiente equipamiento:

- Preparación de muestras para metalografía: embutición, desbaste, pulido y ataque de probetas.
- Prensas.

Además, los laboratorios cuentan con material de seguridad como pinzas para hornos, gafas de protección, guantes aislantes, etc.

## 7. LAB. DEL DEPARTAMENTO MECÁNICA DE MEDIOS CONTINUOS Y TEORÍA DE ESTRUCTURAS

Identificador laboratorio	TIPO	Nº PUESTOS
10B04	Lab. de caracterización mecánica de materiales (LabMec)	20*
11M01	Lab. Ensayo estructural	15
1.1M03	Lab. Ensayos no destructivos	20*
10M04	Lab. impacto	20*
10M03	Sala de grupos hidráulicos (Sala de equipos)	
10M02	Taller/Sala de soldadura	20*

Estas aulas tienen capacidad para grupos de un máximo de 20 alumnos.

El Laboratorio de Caracterización Mecánica de Materiales (LabMec) entre otros usos, da servicio a la industria madrileña en aquellos campos que requieran el conocimiento de las propiedades mecánicas de cualquier tipo de materiales a diferentes velocidades de deformación y temperaturas, especialmente en condiciones dinámicas. Pertenece desde su creación a la Red de Laboratorios de Organismos Públicos de Investigación (RedLab) de la Comunidad Autónoma de Madrid (CAM). El LabMec no sólo se centra en los ensayos de caracterización mecánica sino también en ensayos de elementos estructurales simples de pequeño tamaño.

En este laboratorio se dispone de siete máquinas universales de ensayo, una máquina de alta velocidad, dos barras hopkinson, una máquina de fisuración por resonancia y una máquina de fatiga rotatoria. En las máquinas universales de ensayo los alumnos ensayan estructuras que ellos mismos diseñan, calculan y construyen evaluando su capacidad resistente y su peso.

En el laboratorio de impacto se dispone de una torre de caída de peso y de dos péndulos Charpy que permiten el ensayo de elementos estructurales simples en condiciones de impacto de baja velocidad.

En el laboratorio de ensayo estructural se dispone de cinco marcos de ensayo para ensayar estructuras tipo viga y medir los desplazamientos frente a cargas transversales.

En el laboratorio de ensayos no destructivos se dispone de un equipo de ultrasonidos c-scan, un equipo de inspección por líquidos penetrantes y otro por partículas magnéticas. Con estos equipos los alumnos pueden analizar la presencia de defectos en elementos estructurales sencillos.



Otros dispositivos también utilizados en la docencia de prácticas y presentes en el laboratorio son equipos de soldadura por arco eléctrico con y sin protección gaseosa.

## 8. 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-.

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.

## 9. LAB. DE BIOINGENIERÍA

Identificador laboratorio	TIPO	EQUIPOS	Nº PUESTOS
1.0.G.15	Lab. Docente alumnos	Equipos para prácticas de registro y procesamiento de señales biomédicas	15
1.0.G.14	Lab. Docente alumnos	Equipos para prácticas de instrumentación biomédica, anatomía y fisiología	20
1.0.G.13 (y G12)	Lab. Docente alumnos	Equipos para prácticas de imagen biomédica	20
1.0.G.08	Lab. Docente alumnos	Equipos para prácticas de biología celular y molecular, bioquímica, diseño experimental de biomateriales y preparación de vectores biológicos para terapia génica	20

1.0.G.10	Lab. Docente alumnos	Equipos de microscopía para prácticas de ingeniería tisular y medicina regenerativa	10
1.0.G.11	Lab. Docente alumnos	Equipos de cultivo de células para prácticas de ingeniería tisular y cultivos celulares	15

### **1.0.G.08. Laboratorio de Biología Molecular y Bioquímica**

En este laboratorio se realizan parte de las prácticas de Biología Molecular y Bioquímica. Concretamente, los alumnos aprenden diversas técnicas tales como extracción y cuantificación de proteínas, electroforesis, Western Blot, cultivo de bacterias y levaduras, digestión de plásmidos con enzimas de restricción, extracción de ADN, reacción en cadena de la polimerasa (PCR), tinciones histológicas e inmunofluorescencia, entre otras. Además, en este laboratorio se imparten las prácticas de Diseño Experimental de Biomateriales, Fundamentos de Ingeniería de Tejidos y Medicina Regenerativa, y Cultivos Celulares y Biotecnología para Ingeniería de Tejidos. Específicamente se llevan a cabo la preparación de nanopartículas y de vectores biológicos para terapia génica.

En este laboratorio se distribuyen 20 puestos de alumnos, dispuestos en poyatas para cada dos, y contando cada una de ellas con dos juegos de micropipetas y un sistema de vacío. El laboratorio cuenta con un depósito de recogida de residuos y una zona de congeladores de -80°C y de -20°C, así como frigoríficos de 4°C para almacenar las muestras biológicas.

El laboratorio cuenta con 72.8 m<sup>2</sup> y un equipamiento consistente en:

- 20 puestos de trabajo individuales
- 4 agitadores magnéticos termostatzados MSH300, BIOSAM
- 1 agitador orbital en tres dimensiones Gyrotwister G LABNET
- 1 autoclave Presoclave II SELECTA
- 1 balanza precisión 120 gr modelo HCB123 ALCANCE, LABNET
- 1 balanza precisión 0,0001 g ADAM MODELO PW-254
- 1 baño de agua termostatzado BM 302, NÚVE
- 1 baño seco con agitación TS-100" BIOSAN Y BLOQUE P, BIOSAN
- 2 cabinas verticales de aspiración de gases FAGV, EURO AIRE
- 2 espectrofotómetros BIOWAVE-II, WPA
- 1 estufa de desecación 108I EXCELENT UNE500. MEMME R T, MANITOWOC
- 1 estufa incubación KS4000 I CONTROL, IKA

- 2 frigoríficos Vestfrost, SW350M, VESTFROST
- 3 microcentrífugas digitales SPECTRAFUGE 24D , LABNET
- 2 microcentrífugas refrigeradas PRISM R, LABNET
- 1 pH-metro de sobremesa con agitador "PHS-3D", UNIEQUIP
- 1 sistema de captura y documentación de geles E-BO X, VILVER LOURMAT
- 1 sistema de imagen de gran sensibilidad para quimioluminiscencia-Lab 4000: General Electric
- 2 termocicladores de gradiente MULTIGENE I, LABNET
- 2 ultracongeladores UNICRIO W286, UNIEQUIP
- 8 vortex-agitador de tubos V-1-plus BIOSAN, BIOSAN
- 6 sistemas compactos de electroforesis "GEL XL" LABNET
- 6 fuentes de electroforesis LA-E0203, LABNET
- 11 cubetas verticales dobles refrigeradas "ENDURO PAGE", LABNET
- 2 ordenadores personales ACER
- 1 armario de seguridad para productos inflamables COMBISTORAGE:EXACTA
- 2 sistemas de purificación de agua ELIX, MILLIPORE

#### **1.0.G.10. Laboratorio de Microscopía**

En este laboratorio se realizan prácticas de Fundamentos de Ingeniería de Tejidos y Medicina Regenerativa, y Cultivos Celulares y Biotecnología para Ingeniería de Tejidos. Hay disponibles 10 puestos de estudiantes y cada uno de ellos cuenta con un microscopio óptico y una pantalla con la posibilidad de grabar las imágenes microscópicas. Además, hay un puesto para el profesor que cuenta igualmente con un microscopio y un ordenador. Este laboratorio cuenta con un sistema de pantallas de última generación que permite mostrar una de las imágenes en todos los monitores o en una pantalla de TV, posibilitando la resolución de problemas, así como la discusión y participación de todos los alumnos en las sesiones prácticas. De esta manera, las clases son muy interactivas y con un enfoque muy práctico.

El laboratorio cuenta con 27.7 m<sup>2</sup> y un equipamiento consistente en:

- 11 microscopios DM 750 RH: LEICA
- 11 pantallas planas LCD-TFT 21.5" PHILIPS mod. 227E3L H S: PHILIPS
- 1 TV SAMSUN: MOD. UE-46D5500RWXXC, SAMSUN
- 1 pantalla plana LCD-TFT 21.5" PHILIPS MOD. 227E3L H S: PHILIPS
- 1 pantalla plana LCD-TFT 19" ACER MOD. V193DOBDM M U L4: ACER

- 1 microscopio óptico 4 cabezales binoculares BX53: OLYMPUS
- Sistema de Multipantallas de Leica, compuesto por: unidad centralita AZ10, módulo de control "Teacher DVI" y panel de control IMS 500HD.

#### **1.0.G.11. Laboratorio de Cultivos Celulares e Ingeniería Tisular**

En este laboratorio se realizan prácticas de Ingeniería de Tejidos y Medicina Regenerativa, y Cultivos Celulares y Biotecnología para Ingeniería de Tejidos y Diseño Experimental de Biomateriales. Esta sala cuenta con los elementos necesarios para el cultivo de células, incluyendo incubadores de CO<sub>2</sub>, cabinas de flujo laminar, centrifugas, baños de agua, microscopios invertidos y microscopio de fluorescencia, y sistema de toma de fotografías. El acceso es controlado (mediante tarjeta autorizada del profesor) y existe una pequeña esclusa de tipo SAS (sistema de acceso estéril) donde los estudiantes deben vestirse con un mono, calzas, guantes y gorro antes de acceder a la sala. Existen 5 cabinas de flujo laminar de manera que se distribuyen 10 puestos de alumno, y por tanto dos alumnos por cabina. Cada una de las cabinas cuenta con un pipeteador electrónico, pipetas de plástico graduadas, un juego de micropipetas, un sistema de vacío y un contenedor de residuos biológicos.

El laboratorio cuenta con 54.4 m<sup>2</sup> y un equipamiento consistente en:

- 5 cabinas de bioseguridad BIO-IIA: TELSTAR
- 2 incubadores de células CO<sub>2</sub> modelo 3517, SHEL LAB
- 2 baños de agua termostatzados: NÜVE "BM 302"
- 2 frigoríficos Vestfrost: SW350M, VESTFROST
- 4 agitadores magnéticos termostatzados "MSH300", BIOSAM
- 1 microcentrífuga digital SPECTRAFUGE 24D, LABNET
- 3 microscopios invertidos-CKX41 OLYMPUS
- 1 microscopio de fluorescencia convencional-BX53 OLYMPUS 1
- 2 vortex-agitadores de tubos V-1-PLUS BIOSAN, BIOSAN
- 1 sistema de purificación de agua ELIX, MILLIPORE
- 2 sistemas de incubación sobre pletina de CO<sub>2</sub>/bomba de aire OKOLAB
- 1 cámara de OYMPUS DP72

#### **1.0.G.15. Laboratorio de registro y procesamiento de señales biomédicas**

En este laboratorio se realizan prácticas de diseño e implementación de instrumentación biomédica. Captura de datos y su procesamiento se organizan en un continuo que se estructura adecuadamente en función de la práctica concreta. En este laboratorio se realizan prácticas de

diseño de instrumentación biomédica, adquisición y procesamiento de señales médicas, microfluídica y microdispositivos biomédicos.

El laboratorio tiene 60 m<sup>2</sup>, cuenta con una pizarra y proyector interactivos conectados a un ordenador, y en ese espacio se distribuyen 12 puestos de alumno y uno de instructor, todos ellos con sistemas de protección eléctrica independiente, y dotados con el siguiente equipamiento:

- ordenador, osciloscopio digital de cuatro canales, polímetro digital, fuente de alimentación y generadores de forma de onda digital.
- Sistema polivalente para prototipado rápido modelo Elvis II de la compañía National Instruments, con las respectivas licencias de LabView para la programación del mismo.
- Sistemas de registro de señales biomédicas (ECG, EMG, oximetría, presión arterial, etc.), de la compañía Vernier.

También se dispone de un simulador cardíaco y de un sistema de verificación de seguridad eléctrica Fluke.

Se completa el equipamiento con una estación completa de soldadura, dos impresoras de cera fundida para la realización de plantillas para microfluídica, seis detectores de radiación basados en cristal centelleador y fotomultiplicador de silicio, placas de desarrollo de microprocesadores, componentes electrónicos básicos variados, y material e instrumentos menores necesarios para el desarrollo de las prácticas.

#### **1.0.G.14. Laboratorio de Instrumentación biomédica**

En este laboratorio los alumnos se familiarizan con diferentes situaciones clínicas (gracias al maniquí simulador) y aprenden a utilizar instrumentación básica relativa al sistema respiratorio (espirometría, pulsioximetría, ventiladores), nervioso (audiometría), circulatorio (sistemas de simulación, monitores, desfibriladores), instrumentación para cirugía laparoscópica, así como el uso de sistemas de posicionamiento para cirugía guiada por imagen. Asimismo, se realizan prácticas de anatomía mediante software de realidad virtual y disección real de piezas anatómicas (pulmón, corazón, ojo, etc.).

El laboratorio cuenta con 70 m<sup>2</sup> y un equipamiento consistente en:

- 20 puestos de trabajo individuales
- 7 ordenadores
- Maniquí Meti-ECS, con simulador fisiológico.
- Espirómetro modelo SPIROLAB III
- Pulsioxímetro portátil modelo OXYM9100
- Circuito de simulación "Windkessel" de sistema circulatorio, instrumentado para medida de flujos y presiones
- 4 sistemas de resucitación SR-001 (AMBU)
- Ventilador mecánico Draeger, modelo SAVINA-300
- Un Audiómetro modelo SIBESOUND 104-01376 SUPRA
- 15 Set / Estuches de disección IT0000
- 1 simulador pulmonar QuickLung
- 1 simulador pulmonar avanzado QL Breather
- Software 3D Human Anatomy: regional edition DVD-Rom
- Entrenador laparoscópico MED4X

- Sistema de posicionamiento especial electromagnético, para cirugía guiada por imagen (modelo ASCENSION MS-021-CB)
- Sistema de posicionamiento óptico, para cirugía guiada por imagen
- Kit de instrumentación STAGLIFE E-240 para emergencias médicas: 2 Laringoscopios, pinzas de McGill, mascarillas, tubos de Guedel, mascarillas de oxígeno, etc.
- Monitor de signos vitales QUIRUMED
- Desfibrilador/Monitor automático y manual (CU Medical Systems)
- 20 Estetoscopios, 2 esfigmomanómetros
- Pizarra electrónica EPSON EB-475Wi
- 

### 1.0.G.12 y 13. Laboratorio de formación de imagen

En este laboratorio se realizan prácticas de imagen biomédica, utilizando equipos de diferentes modalidades.

El laboratorio se divide en dos zonas diferenciadas, un área general (15 puestos) y un área restringida (5 puestos), que se describen a continuación.

#### Área general: 85 m<sup>2</sup>

Dentro de esta área existen sistemas específicos para la enseñanza de los fundamentos básicos de la formación de imágenes mediante el uso de diferentes tipos de modalidades de imagen:

- **Imagen óptica:** Incluye componentes optomecánicos, lentes y fuentes de luz coherente; en particular, se dispone de 2 puestos de trabajo capaces de acomodar a dos alumnos cada uno donde los alumnos construyen un microscopio de haz láser plano. Cada puesto de trabajo cuenta con los siguientes equipos: una pequeña mesa óptica; lente cilíndrica para generar el plano de luz, lentes, láser verde a 530 nm, filtro de fluorescencia en el rojo, motor de translación Zaber, una cámara CCD Thorlabs, y un ordenador personal para cálculos y control de los equipos. Sobre este puesto básico se monta, en función de la temática de la práctica, o bien el microscopio de haz laser plano, o bien una práctica básica del funcionamiento de una lente y las configuraciones básicas de un microscopio y un telescopio. En cuanto al software, se trabaja con ImageJ y el software propio de control de la cámara y el motor de translación. Como equipo de microscopía óptica, los alumnos disponen de un Microscopio de Fluorescencia Motic, capaz de generar imágenes de la proteína fluorescente verde (GFP) y del fluoróforo cy5.
- **Tomografía de Rayos X:** Se dispone de dos equipos de tomografía por rayos X de sobremesa, con tubos de rayos x con diferentes materiales anódicos para el estudio de la influencia sobre las líneas características y kits para la medida de absorción dependiente de la energía y bordes de absorción K, ley de Moseley y determinación de la frecuencia de Rydberg, efecto Compton cuantitativo con detector de energía de rayos X, reflexión de Bragg para la determinación de las distancias interplanares en diferentes cristales, y medición directa del espectro de rayos X con el detector de rayos X. El sistema CCD de captación de imágenes permite generar reconstrucciones tomográficas y que los alumnos procesen sus propios datos. Los sistemas tienen un máximo grado de blindaje y protección para poder ser utilizados por personal inexperto.
- **Resonancia magnética:** Dos sistemas de sobremesa de imagen por resonancia magnética nuclear (Magritek, modelo Terranova MRI), con consola automatizada para la adquisición de datos, ensayos de resonancia magnética básica y reconstrucción de imagen tomográfica.
- **Ultrasonido:** Ecógrafo clínico (Philips, modelo HP SONOS 100CF)

- Adicionalmente a los equipos de imagen, existen 6 puestos de trabajo con 6 PCs Pentium Dual Core a Pentium IV, en los que se llevan a cabo prácticas con software específico de análisis y representación de imágenes 3D.

#### Área restringida: 45 m<sup>2</sup>

Este laboratorio tiene el acceso restringido controlado por tarjeta codificada dado que es necesaria siempre la presencia de un instructor cualificado para que pueda usarse por parte de los alumnos. Tiene la calificación de instalación radiactiva (número IR/M-5/2012), cuyo funcionamiento está autorizado y vigilado por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), y como tal tiene asignados dos supervisores de la propia universidad y un consultor externo que actúa de auditor. Al tratarse de una instalación controlada por el CSN cuenta con su reglamento de funcionamiento y su plan de emergencia oficial, debidamente depositado en los armarios dispuestos a tal fin, donde también se conserva toda la documentación del diario de operación así como las actas de las inspecciones del CSN.

En este laboratorio se pueden hacer prácticas de imagen médica en las especialidades de radiología y sus derivados (tomografía computarizada, tomosíntesis, fluoroscopia, etc.) y de medicina nuclear. El laboratorio tiene instalados un dosímetro de área y una cámara de video vía web en modo circuito cerrado como sistemas de vigilancia. La dotación de este laboratorio consta de:

- Un banco de simulación de sistemas de rayos X con un tubo de rayos X microfoco, un detector digital semiconductor, un conjunto de guías de desplazamiento controladas por ordenador que permiten configurar la geometría de conjunto de forma remota, y unos sistemas de apantallamiento que blindan la radiación directa y dispersa. Este conjunto está instalado en una habitación blindada con 1 mm de plomo en todas sus paredes y tiene una puerta monitorizada por un 'interlock' de protección conectado al tubo de rayos X.
- Un Sistema de imagen tomográfico y planar para trazadores emisores de positrones (PET), Marca SEDECAL, modelo r-PET.
- Dosímetro de pozo para la calibración de dosis de trazadores de medicina nuclear.
- Espectrómetro de rayos gamma
- Espectrómetro de rayos X
- Contador Geiger.
- Dosímetro de mano
- Caja con colección de fuentes radiactivas encapsuladas para uso docente exentas de control por parte del CSN.
- Armario blindado para el almacenamiento y manejo de trazadores de medicina nuclear.
- Ordenadores conectados a los sistemas de imagen.
- Maniqués de distintos tipos para la realización de pruebas y medidas.
- Pantalla plomada de 1 mm sobre ruedas

### 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.

Por último, y con respecto a la posibilidad de concretar en este momento cómo va a afectar el plan plurianual de inversiones a los recursos utilizados en esta titulación, resulta difícil de determinar en este momento. Es de esperar que la normalización del procedimiento de gestión y mejora de los recursos permita una adecuada valoración de las necesidades de mejora en las distintas titulaciones de los espacios docentes, de su equipamiento y de los laboratorios en los próximos años, así como mejorar la eficacia y la eficiencia en la gestión de los recursos.

### 10. LAB. DE ING. ELÉCTRICA

Identificador laboratorio	TIPO	Nº PUESTOS
11S02/11S03 y 11S04/11S05	Lab. Docente de Análisis de Circuitos	12
10S01	Lab. Docente de Máquinas Eléctricas	6
10D04	Lab. Docente de Accionamientos Eléctricos	6
10D05	Lab. Docente de Instalaciones Eléctricas y Protecciones	6
12D17	Lab. Aula informática para análisis y simulación por ordenador de sistemas eléctricos con PSS/E y programas de simulación de mercados eléctricos.	10
12D14-15	Lab. Docente de Alta Tensión	10
10D04	Lab. Docente de Energías renovables	

- **Análisis de Circuitos Eléctricos:** dos salas de 42 m2 cada una, con un total de 12 puestos de trabajo dobles destinada a prácticas de fundamentos de ingeniería eléctrica, análisis de circuitos, medidas eléctricas y caracterización de paneles fotovoltaicos. Todos los puestos están equipados con fuentes de alimentación de cc y ca, aparatos de medida (analógicos y digitales), cargas (R-L-C), osciloscopios y accesorios.
- **Máquinas Eléctricas:** una sala de 75 m2 con 6 puestos dobles. Todos los puestos están equipados con un conjunto de transformadores monofásicos y trifásicos, máquinas rotativas de



cc y ca, fuentes de alimentación de ca y rectificadores, cargas eléctricas, paneles de mando y maniobra, sistemas de variación de velocidad y medida de par con toma digital de datos, y osciloscopio.

- **Accionamientos Eléctricos:** una sala de 60 m2 con seis puestos de trabajo dobles, equipados con bancadas motor cc/dinamo-freno y motor ca/dinamo-freno de 5 kW, con accionamientos a velocidad variable de cc y ca (estos últimos con control vectorial) de tipo industrial, junto con la instrumentación eléctrica necesaria.
- **Instalaciones Eléctricas y Protecciones:** una sala de 60 m2 con 6 puestos de trabajo dobles. El equipamiento de este laboratorio incluye equipos de experimentación y coordinación de protecciones mediante relés, equipos de alumbrado con diferentes tipos de luminarias, equipos de medida de la calidad de la energía eléctrica y telurómetros para las prácticas de medida de la resistencia de puesta a tierra. Estas últimas se realizan en los jardines interiores de la Escuela. Se dispone además de una celda de MT (simula el aspecto y dimensiones de una de 20 kV) trabajando a 380 V, para práctica de maniobras, medidas y protecciones.
- **Aula informática:** un aula de 60 m2 con 10 puestos informáticos para análisis y simulación por ordenador de sistemas eléctricos (flujos de potencia, cortocircuitos, estabilidad, etc.) con PSS/E y programas de simulación de mercados eléctricos, iluminación y otros. Además del equipamiento software, se dispone de:
  - 6 fuentes de potencias regulables controladas por PC para la caracterización de baterías y de supercondensadores.
  - 6 autómatas programables con paneles de simulación y una maqueta de un ascensor doble de 4 plantas.
  - 6 equipos portátiles de control de motores por ordenador.

Además, esta aula dispone también de paneles de experimentación para prácticas de instalaciones domóticas.

- **Energías Renovables:** se dispone de una instalación fotovoltaica de 2 kWp situada en la cubierta del edificio con acceso a sus terminales desde el interior. Por otro lado, existe una instalación fotovoltaica aislada móvil de 50 Wp con regulador de carga, acumulador electroquímico y cargas.
- **Laboratorio de Alta Tensión:** se encuentra ubicado en una sala de 90 m2 provista de un apantallamiento magnético, así como completas medidas de protección y seguridad. Su actividad se centra en la investigación y ensayos en alta tensión, aunque también se hacen prácticas docentes en el mismo. Entre los equipos se encuentran:
  - Fuente de alta tensión de hasta 100 kV eficaces.
  - Fuente de corriente DC hasta 600 A.
  - Detectores comerciales de descargas parciales, tangente de delta, resistencia de aislamiento y ondas de choque.
  - Circuito para ensayos de sobretensión tipo rayo y maniobra.
  - Equipos de medida de resistividad superficial y volumétrica con diferentes celdas de medida.
  - Cámara de infrarrojos.
  - Cámara climática para ensayos a diferentes humedades y temperaturas.

- Osciloscopios de gran ancho de banda.
- Analizador de respuesta en frecuencia (desde 1 MHz hasta 30 MHz).
- Gausímetro.
- Pulso electroacústico para medida de carga espacial.
- Sensores e instrumentación avanzada para la detección de descargas parciales.

## **11. LAB. DE INFORMÁTICA**

- 5 laboratorios de ciencias de la computación con 96 estaciones de trabajo, cada una equipada con un ordenador de sobremesa con capacidades multimedia, tarjetas de red Fast-Ethernet y monitores de 17 pulgadas.
- Todas las estaciones de trabajo están equipadas con los sistemas operativos Windows 7 y Linux. Para las clases prácticas que requieren privilegios de administrador, existen una serie de servidores virtuales (con VirtualBox) que contienen un sistema operativo completo que puede arrancarse desde el propio ordenador que actúa como anfitrión. Estas imágenes virtuales funcionan igual que un sistema operativo normal.
- El centro de cálculo tiene equipamiento de climatización adecuado y conexión con 4 servidores Linux, 2 servidores Windows, un sistema de almacenamiento iSCSI y servidores externos de copia de seguridad.
- Todos los laboratorios tienen un proyector conectado a un ordenador. Además, dos laboratorios disponen de pizarra virtual.

Código de las salas

Laboratorios en Leganés:

- 1.0.A01: 16 estaciones de trabajo
- 1.0.A02: 20 estaciones de trabajo
- 1.0.H02: 21 estaciones de trabajo
- 4.0.F16: 20 estaciones de trabajo
- 4.0.F18: 20 estaciones de trabajo

Laboratorios en Colmenarejo:

- 1.1.B06: 9 estaciones de trabajo
- 1.1.B08: 9 estaciones de trabajo
- 1.1.A16: 9 estaciones de trabajo

Hardware:

- Cada laboratorio contiene el siguiente equipamiento (además de los ordenadores)
  - Un ordenador conectado a un proyector
  - 4 de estos laboratorios (4.0.F16, 4.0.F18, 1.1.B06 y 1.1.B08) también tienen una pizarra virtual.
- Cada estación de trabajo tiene las siguientes especificaciones:
  - Procesador AMD 64 X2 Doble núcleo 4200+
  - 4096 MB de RAM
  - DVDROM

- Monitor TFT de 17 pulgadas
- Teclado con lector de tarjetas inteligentes integrado
- Ratón óptico
- Sistemas operativos:
  - Windows 7
  - Linux Squeeze versión 32 bits
- En Windows 7, Virtual PC permite ejecutar varios sistemas operativos al mismo tiempo, por ejemplo:
  - Windows 2003 con Oracle 10
  - Windows 2003 con Oracle 11
  - Linux Debian
  - Windows 7 con privilegios de administrador

**En la siguiente tabla se muestra que la Universidad dispone de espacio suficiente en los laboratorios para impartir la docencia del grado.**

**HORAS DISPONIBLES:** El número de horas de laboratorio disponibles en el curso académico es el resultado de multiplicar el número de puesto de cada laboratorio, por el número de alumnos que puede ocupar cada puesto (en general son dos alumnos por puesto), por dos cuatrimestres, por catorce semanas que tiene cada cuatrimestre, por 8 horas al día (dos sesiones de dos horas por la mañana y dos sesiones de dos horas por la tarde).

**ALUMNOS MATRICULADOS 2016/2017:** Muestra el número de alumnos matriculados en el último curso académico cerrado en las asignaturas que tienen laboratorio.

**HORAS IMPARTIDAS 2016/2017:** Cada alumno matriculado tiene 8 horas de laboratorio. Luego es el resultado de multiplicar el número de alumnos matriculados por 8 horas/laboratorio.

**INCREMENTO DE HORAS PREVISTO:** El incremento de horas previsto es el resultado de multiplicar el número de alumnos matriculados previsto en este nuevo grado por 8 horas de laboratorio cada alumno.

Como se puede observar el número de horas disponibles es mayor que la suma de las horas impartidas y las horas previstas en este nuevo grado.

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 impartir hasta 60 horas de prácticas al año.

LABORATORIO	HORAS DISPONIBLES	ALUMNOS MATRICULADOS 2016/17	HORAS IMPARTIDAS 2016/17 (1)	INCREMENTO DE HORAS PREVISTO (2)	TOTAL (1)+(2)
Bioingeniería	112.000	912	7.296	9.504	16.800
Eléctrica	56.000	1818	14.544	1.584	16.128
Física	49.280	2763	22.104	7.920	30.024
Informática	91.840	4977	39.816	1.584	41.400
Ingeniería Térmica y Fluidos	246.600	3836	30.688	3.168	33.856
Materiales e Ingeniería Metalúrgica	39.200	610	4.880	6.336	11.216
Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras	61.600	2356	18.848	1.584	20.432
Química	33.600	987	7.896	3.168	11.064
Sistemas y Automática	57.120	2161	17.288	3.168	20.456
Tecnología Electrónica	127.680	3396	27.168	12.672	39.840
Teoría de la Señal y Comunicaciones	89.600	2911	23.288	1.584	24.872

#### 7.1.4 Protocolos de mantenimiento

##### 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.