

MEMORIA PARA LA SOLICITUD DE VERIFICACIÓN DEL TÍTULO OFICIAL

Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Versión: 2.1

Estado: Enviado a Madrimasd tras alegaciones (03/02/2020)

Fecha: 04/02/2020

Contenido

1	Descripción del título	7
1.1	Datos básicos.....	7
1.1.1	Denominación del Título	7
1.1.2	Universidad solicitante	7
1.1.3	Centro responsable	7
1.1.4	Rama de conocimiento.....	8
1.1.5	Códigos ISCED.....	8
1.2	Distribución de créditos	8
1.2.1	Número de créditos del título	8
1.2.2	Distribución de los créditos	8
1.3	Datos asociados al Centro	8
1.3.1	Tipo de enseñanza.....	8
1.3.2	Número de plazas de nuevo ingreso ofertadas	8
1.3.3	Normativa de permanencia.....	9
1.3.4	Número mínimo de créditos de matrícula por estudiante y año.....	10
1.3.5	Lenguas utilizadas a lo largo del proceso formativo	10
2	Justificación del título.....	11
2.1	Justificación del Título propuesto, argumentando el interés académico, científico o profesional del mismo.....	11
2.1.1	Demanda laboral	12
2.1.2	Demanda formativa	16
2.1.3	Perfil de egresado.....	17
2.2	Descripción de los procedimientos de consulta internos y externos utilizados para la elaboración del plan de estudios	18
2.2.1	Referentes externos a la universidad proponente que avalen la adecuación de la propuesta a criterios nacionales o internacionales para títulos de similares características académicas	18
2.2.1.1	Grados en universidades españolas.....	19
2.2.1.2	Másteres.....	21
2.2.1.3	Otros referentes. Libros blancos	25
2.2.1.4	Otros referentes. Informes de asociaciones o colegios profesionales, nacionales, europeos, o de otros países	27
2.2.2	Descripción de los procedimientos de consulta internos utilizados para la elaboración del título	29

2.2.3	Descripción de los procedimientos de consulta externos utilizados para la elaboración del título	31
2.3	Diferenciación de títulos dentro de la misma Universidad	38
3	Competencias.....	43
3.1	Competencias básicas y generales	43
3.2	Competencias específicas	44
3.3	Competencias transversales	45
4	Acceso y admisión de estudiantes	46
4.1	Sistemas de Información previa a la Matriculación	46
4.2	Requisitos de Acceso y Criterios de Admisión	49
4.3	Apoyo y Orientación a estudiantes, una vez matriculados.....	57
4.4	Sistemas de Transferencia y Reconocimiento de Créditos	59
4.4.1	Reconocimiento y transferencia de créditos	61
4.4.2	Reconocimiento de créditos de la titulación de destino.....	61
4.4.3	Movilidad de estudiantes.....	62
5	Planificación de las enseñanzas	71
5.1	Descripción general del plan de estudios	71
5.1.1	Descripción General del Plan de Estudios	72
5.1.2	Justificación de contenidos en ingeniería y sistemas de datos.....	77
5.1.3	Relación entre las materias y las competencias del Plan de Estudios	79
5.1.4	Secuenciación de la enseñanza	80
5.1.5	Formación de comunicación en lengua inglesa	82
5.1.6	Optatividad.....	82
5.1.7	Trabajo Fin de Grado	84
5.1.8	Prácticas Académicas Externas	85
5.1.9	Movilidad internacional	88
5.1.10	Procedimientos de coordinación docente horizontal y vertical del plan de estudios	90
5.2	Planificación y gestión de la movilidad de estudiantes propios y de acogida	91
5.3	Actividades formativas	96
5.4	Metodologías docentes.....	100
5.5	Sistemas de evaluación	103
5.6	Módulos, materias, asignaturas	107
5.6.1	Módulo 1 – Matemática Aplicada y Estadística	107
5.6.1.1	Materia 1.1 - Matemática Aplicada.....	107

5.6.1.2	Materia 1.2 - Estadística.....	111
5.6.2	Módulo 2 - Contexto social y profesional	114
5.6.2.1	Materia 2.1 - Habilidades profesionales y contexto social	114
5.6.2.2	Materia 2.2 - Empresa	118
5.6.3	Módulo 3 - Infraestructuras, sistemas conectados y computación en la nube	121
5.6.3.1	Materia 3.1 - Infraestructuras y sistemas conectados.....	121
5.6.3.2	Materia 3.2 - Programación y computación en la nube.....	126
5.6.4	Módulo 4 - Ciclo de vida del dato.....	131
5.6.4.1	Materia 4.1 - Sistemas de adquisición y almacenamiento de datos.....	131
5.6.4.2	Materia 4.2 - Análisis de señales y datos	136
5.6.5	Módulo 5 - Aplicaciones sectoriales y proyectos de ingeniería	140
5.6.5.1	Materia 5.1 - Aplicaciones de la ingeniería de datos	140
5.6.5.2	Materia 5.2 - Proyectos en ingeniería de datos	144
5.6.6	Módulo 6 - Inglés.....	148
5.6.6.1	Materia 6.1 Inglés.....	148
5.6.7	Módulo 7 - Optatividad y Prácticas Académicas Externas	151
5.6.7.1	Materia 7.1 - Optativas	151
5.6.7.2	Materia 7.2 - Prácticas Académicas Externas.....	154
5.6.8	Módulo 8 - Trabajo Fin de Grado	158
5.6.8.1	Materia 8.1 – Trabajo Fin de Grado	158
6	Personal.....	161
6.1	Profesorado.....	162
6.2	Otros recursos humanos	189
6.3	Mecanismos para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres y la no discriminación de personas con discapacidad	192
6.4	Justificación de la idoneidad del personal de la ETSIT-UPM y ETSIST-UPM para la impartición del título.....	194
7	Recursos materiales y servicios.....	208
7.1	Justificación de la adecuación de los medios materiales y servicios disponibles	208
7.2	Previsión de adquisición de los recursos materiales y servicios necesarios	215
8	Resultados previstos	216
8.1	Valores cuantitativos estimados para los indicadores y su justificación	216
8.2	Progreso y resultados de aprendizaje	216
9	Sistemas de Garantía de Calidad.....	220
9.1	Responsables del Sistema de Garantía de Calidad del plan de estudios	220

9.2	Procedimientos de evaluación y mejora de la calidad de la enseñanza y el profesorado.....	220
9.3	Procedimiento para garantizar la calidad de las prácticas externas y los programas de movilidad.....	220
9.4	Procedimientos de análisis de la inserción laboral de los graduados y de la satisfacción con la formación recibida por parte de los egresados	220
9.5	Procedimiento para el análisis de la satisfacción de los distintos colectivos implicados (estudiantes, personal académico y de administración y servicios, etc.) y de atención a la sugerencias y reclamaciones.....	221
9.6	Criterios específicos en el caso de extinción del Título.....	221
9.7	Mecanismos para asegurar la transparencia y la rendición de cuentas	221
10	Calendario de implantación	222
10.1	Cronograma de implantación del título	222
10.2	Procedimiento de adaptación	222
10.3	Enseñanzas que se extinguen	222

1 Descripción del título

1.1 Datos básicos

1.1.1 Denominación del Título

Graduado o Graduada en Ingeniería y Sistemas de Datos por la Universidad Politécnica de Madrid.

1.1.2 Universidad solicitante

Universidad Politécnica de Madrid

1.1.3 Centro responsable

Centros responsables:

- Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid (ETSIT-UPM)
- Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid (ETSIST-UPM)

Departamentos implicados en el título

Los Departamentos adscritos a la ETSIT-UPM que participarán en el título de Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos son:

- Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones
- Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos
- Departamento de Ingeniería Electrónica
- Departamento de Matemática Aplicada a las TIC
- Departamento de Lingüística Aplicada a la Ciencia y a la Tecnología
- Departamento de Ingeniería de Organización, Administración de Empresa y Estadística
- Departamento de Tecnología Fotónica y Bioingeniería
- Departamento de Electrónica Física, Ingeniería Eléctrica y Física Aplicada

Los Departamentos adscritos a la ETSIST-UPM que participarán en el título de Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos son:

- Departamento de Electrónica Física, Ingeniería Eléctrica y Física Aplicada
- Departamento de Ingeniería Audiovisual y Comunicaciones
- Departamento de Ingeniería Telemática y Electrónica
- Departamento de Lingüística Aplicada a la Ciencia y a la Tecnología
- Departamento de Matemática Aplicada a las TIC
- Departamento de Ingeniería de Organización, Administración de Empresa y Estadística

Así mismo, participarán profesores de departamentos de otras escuelas de la UPM en las actividades docentes relacionadas con las aplicaciones a los diversos sectores económicos.

1.1.4 Rama de conocimiento

Ingeniería y Arquitectura

1.1.5 Códigos ISCED

520 Ingeniería y profesiones afines

523 Electrónica y automática (incl. Telecomunicación)

1.2 Distribución de créditos

1.2.1 Número de créditos del título

240 ECTS, distribuidos en cuatro cursos académicos.

El Trabajo Fin de Grado (TFG) contempla 12 ECTS.

El Plan de Estudios está planificado para cursar 60 ECTS por curso académico.

1.2.2 Distribución de los créditos

Los 240 créditos ECTS del plan de estudios están distribuidos en los tipos de materias que se recogen en la siguiente tabla acorde a RD/1393/2007.

Tabla 1. Módulos del Plan de Estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Tipo	ECTS
Formación básica	60
Obligatorio	144
Optativo	24
Prácticas Académicas Externas	0
Trabajo Fin de Grado	12

1.3 Datos asociados al Centro

1.3.1 Tipo de enseñanza

Presencial

1.3.2 Número de plazas de nuevo ingreso ofertadas

Las plazas ofertadas en cada centro de impartición se recogen en la siguiente tabla:

Plazas según año de impartición	ETSIT	ETSIST
Plazas en el primer año de implantación	30	30
Plazas en el segundo año de implantación	40	30
Plazas en el tercer año de implantación	50	30
Plazas en el cuarto año de implantación	60	30

1.3.3 Normativa de permanencia

Se aplicará la “Normativa de Regulación de la Permanencia de los Estudiantes de la Universidad Politécnica de Madrid” que, a efectos de la presente Titulación, se resume en:

1. El estudiante que se matricule por primera vez en el primer curso de estudios de Grado que se imparten en la Universidad Politécnica de Madrid, para poder continuar los mismos tendrá que aprobar al menos 6 créditos ECTS de materias obligatorias de ese primer curso.

2. No obstante lo anterior, el alumno que no apruebe en su primer curso los referidos 6 créditos ECTS, podrá elegir según conviniese a sus intereses, entre:

a) Acceder por una sola vez a los estudios de grado de otra titulación de las que se impartan en la UPM, cumpliendo los requisitos exigidos a los alumnos de nuevo ingreso. En tal caso para continuar esos estudios deberá aprobar al menos 12 créditos ECTS de materias obligatorias de primer curso. Teniendo en cuenta que de no cumplir esta condición no podrá proseguir estudios en la Universidad Politécnica de Madrid.

b) Quedarse por una sola vez un curso más en la titulación inicial. En tal caso para continuar estudios deberá aprobar al menos 12 créditos ECTS de materias obligatorias de primer curso. Teniendo en cuenta que de no cumplir esta condición no podrá proseguir estudios en la Universidad Politécnica de Madrid.

3. Cuando un alumno se haya encontrado en una o varias situaciones excepcionales (enfermedad grave, maternidad, estar reconocido como deportista de Alto Nivel o cualquier otra que así sea considerada) que le hubiesen impedido un normal desarrollo de los estudios, podrá invocar dicha situación o situaciones presentando escrito, según modelo que se establezca, ante la Comisión de Gobierno de su Centro, adjuntando los justificantes que acrediten una o varias causas excepcionales. A la vista de los documentos, el Vicerrector con competencias en esta materia comprobará si se trata de alguna de las situaciones excepcionales descritas en este punto y en tal caso resolverá no computar el año académico en curso a efectos de permanencia en la Universidad Politécnica de Madrid. En caso contrario se denegará la aplicación de este precepto. Será requisito imprescindible para aceptar, en su caso, las alegaciones del alumno, que éste hubiese renunciado expresamente a realizar exámenes durante el resto del curso, lo que podrá efectuar en el modelo que se establezca. La referida solicitud deberá presentarse antes del mes mayo, salvo que la causa o causas hubiesen surgido más tarde, lo que deberá ser debidamente probado. En todo caso, la aplicación del presente artículo no supondrá en ningún caso anulación de matrícula.

4. A los alumnos procedentes de otras universidades y con independencia de las reglas de permanencia que les hubiesen sido aplicadas en su universidad de origen, les será analizado su expediente académico a la luz de las presentes normas y solo si resultan cumplidas o están en proceso de cumplimiento podrán ser admitidos definitivamente.

5. La presente Normativa de Permanencia no será de aplicación, y se entenderá que se ha consolidado el derecho a permanecer, en los siguientes supuestos:

a) Alumnos que acrediten tener aprobadas tres asignaturas de primer curso, en estudios universitarios de planes anteriores no estructurados en créditos.

b) Alumnos que acrediten tener superados un 60 % de los créditos de materias troncales u obligatorias de primer curso, en estudios universitarios de planes estructurados en créditos anteriores a la entrada en vigor del RD 1393/2007.

c) Alumnos que acrediten tener superados 6 créditos europeos de materias obligatorias de primer curso, en estudios de grado.

6. Excepcionalmente para aquellos alumnos que, por la aplicación de la presente normativa, no puedan continuar estudios en la Universidad Politécnica de Madrid, en los que su rendimiento académico hubiese sido disminuido por causas especiales, el Rector Magnífico podrá autorizar que continúe estudios en una titulación de Grado en la que no se hubiese cubierto el cupo de oferta, debiendo ineludiblemente cumplir los requisitos para permanecer el curso corriente.

La Normativa de regulación de la Permanencia de los estudiantes de la Universidad Politécnica de Madrid para titulaciones reguladas por el RD 1393/2007 está disponible en:

http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado%20de%20Alumnos/Informacion/Normativa/Permanencia_2011_2012.pdf

1.3.4 Número mínimo de créditos de matrícula por estudiante y año

El número mínimo de créditos de matrícula por estudiantes en cada curso académico se encuentra recogido en la Normativa de Matriculación de la UPM, aprobada anualmente por el Consejo de Gobierno de la UPM.

Para el curso 2019/20, se establece un mínimo de 12 créditos a matricular anualmente en titulaciones de Grado, salvo aquellos estudiantes a los que les reste para terminar sus estudios un número menor de créditos.

Se considerará que los estudiantes cursan estudios a tiempo parcial cuando los créditos matriculados en el curso no superen los 30 ECTS.

La Normativa de Matriculación de la UPM se encuentra en la siguiente página web:

<http://www.upm.es/UPM/NormativaLegislacion/ActuacionesRegulaciones/Grado>

1.3.5 Lenguas utilizadas a lo largo del proceso formativo

Está previsto que las asignaturas se impartan en castellano (preferentemente) y en inglés, si bien, en la mayoría de las materias se utilizarán textos y documentación en inglés.

2 Justificación del título

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

La revolución digital está teniendo un impacto extraordinario en la sociedad y está propiciando una creciente demanda de formación de profesionales capaces de abordar proyectos de ingeniería que cubran los diferentes aspectos de la cadena de valor del dato -adquisición, transmisión, almacenamiento, procesado, visualización, análisis, extracción de valor y toma de decisiones- con especial énfasis en su aplicación a cualquier sector productivo para mejorar los servicios ofrecidos a los clientes¹.

En la actualidad estamos asistiendo a una revolución tecnológica en la resolución de problemas o la toma de decisiones basada en el uso de grandes cantidades de datos. Esta revolución está siendo posible gracias tanto al aumento de la capacidad de adquisición, gestión y procesado de cantidades masivas de datos, como al desarrollo de nuevos algoritmos de aprendizaje automático capaces de extraer información relevante.

Esta revolución tecnológica está teniendo un impacto extraordinario en la sociedad y en el tejido empresarial por dos razones. En primer lugar, está obligando a transformar profundamente las estructuras de las empresas para gestionar los datos que manejan y utilizarlos para mejorar los servicios ofrecidos a los clientes y/o generar servicios nuevos. En segundo lugar, el impacto se está produciendo en la totalidad de los sectores productivos, desde los sectores de ingeniería hasta otros sectores como el financiero, salud, genómica, transporte y movilidad, producción o legal².

La formación de estos profesionales supone un reto muy importante por la gran cantidad de tecnologías y disciplinas implicadas en todas las fases de la cadena de valor de los datos, y por la necesidad de desarrollar sistemas distribuidos complejos para realizar dichas fases. De la misma forma, los proyectos a desarrollar por los profesionales expertos en datos tienen un carácter multidisciplinar muy marcado y requieren del conocimiento de una gran cantidad de tecnologías.

El nombre del título responde, por un lado, a cubrir contenidos en ingeniería de datos, y, por otro, de los sistemas que hacen posible dicha ingeniería.

Respecto de la *ingeniería de datos*, el plan de estudios incluye formación específica para el tratamiento eficiente de grandes volúmenes de datos de diferente naturaleza (estructurados y no estructurados) que faciliten los procesos productivos y la toma de decisiones, respetando el marco ético y legal del tratamiento y gestión de los datos. Dentro del plan de estudios, la ingeniería de datos está cubierta por más de un 20% de los créditos.

En cuanto a los *sistemas de datos*, entendiendo como tales aquellas tecnologías y plataformas que, integradas como un conjunto en todos los puntos de la cadena de valor del dato, hacen posible desarrollar proyectos de ingeniería de datos y encontrar las soluciones más adecuadas

¹ <https://www.forbes.com/sites/louiscolombus/2014/06/24/roundup-of-analytics-big-data-business-intelligence-forecasts-and-market-estimates-2014/#1a3d97cc5466>

² <http://misqe.org/ojs2/index.php/misqe/article/viewFile/683/417>

para resolver las demandas sociales en los diferentes sectores económicos. Los contenidos asociados a los sistemas también superan el 20% de los créditos del título.

Conviene resaltar que la futura hiperconectividad, la creciente interconexión digital de las personas y objetos en cualquier tiempo y en cualquier parte, es un elemento esencial de la futura sociedad digital y está basada en sistemas y en sistemas de sistemas cada vez más complejos, que garantizan el procesamiento y acceso a la información con nuevos métodos y tecnologías que requieren de nuevos profesionales capaces de entenderlos, diseñarlos y operarlos; son los que amparará la denominación del título.

En el apartado 5.6 de esta Memoria de Verificación, en forma de tablas se presentan las materias y asignaturas concretas con las que se cubren los conocimientos en cada uno de los ámbitos mencionados.

2.1.1 Demanda laboral

La creciente digitalización está produciendo una ingente cantidad de datos, que deben capturarse, clasificarse, transmitirse y almacenarse usando sistemas conectados, como paso inmediatamente anterior a la extracción y generación de valor. Puede decirse además que la denominada economía de los datos es un pilar muy importante de la llamada economía digital, un nuevo concepto de economía que hace uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, mejorando la productividad y competitividad del sector. Se trata de un concepto transversal ya que alcanza todos los sectores de la economía y todas las actividades sociales y personales.

La Fundación COTEC, en su informe de Generación de Talento Big Data en España (2018)³ incluye un gran número de referencias que ponen de manifiesto la escasez del talento en big data en España y en todo el mundo, frente al volumen que supondrá en la economía en los próximos años. En concreto, indica que el 65% de las empresas corren el riesgo de convertirse en irrelevantes si no incorporan la tecnología de big data en sus procesos. Asimismo, indica que el mercado de big data en España crece a un ritmo del 30% anual, empleando a 10.500 profesiones en 2015. De esos empleos, el 19% se generaron fuera de España.

Sobre el interés del título para la sociedad, puede abordarse desde varios puntos de vista. El primero, en las referencias utilizadas en la justificación del interés académico, científico y profesional y en los informes de asociaciones, queda clara la necesidad de aumentar la cualificación en el ámbito de la ingeniería de datos, como uno de los pilares de la economía digital. Un país sin un tejido educativo capaz de formar profesionales en los pilares de la economía está llamado a perder competitividad y no poder enfrentarse con éxito a los retos tecnológicos que ya están apareciendo. Como demuestran todos los estudios, los egresados del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos tendrá una total empleabilidad ya que sus capacidades estarán alineadas con los perfiles profesionales demandados.

³Fundación COTEC para la Innovación, Generación de Talento Big Data en España, http://informecotec.es/media/Informe-Cotec_2018_versi%C3%B3nweb.pdf.

En segundo lugar, la ingeniería de datos y los sistemas tiene una transferencia directa sobre la sociedad en multitud de ámbitos. Por su carácter transversal, la ingeniería de datos tiene aplicación en cualquier ámbito.

Se cita a continuación algunos: en el sector salud, existe un gran número de fuentes de datos heterogéneas de pacientes, pruebas médicas y centros sanitarios. El almacenamiento de esta información de forma adecuada puede tener su impacto en multitud de aspectos: generación de una capa de inteligencia para el diagnóstico, medicina personalizada, obtener patrones de comportamiento, generación de alertas, o la optimización de recursos en servicios médicos.

En el sector industrial, ya se habla de la cuarta revolución industrial o Industria 4.0, que viene motivado por la digitalización de todas las fases del proceso que permitirá, entre otros, procesos de producción más eficientes y adaptados al cliente, procesos flexibles adaptados a la demanda o la optimización de procesos en tiempo real⁴. Así, aparecen conceptos del sector de la telecomunicación en el ámbito de la industrial 4.0, como por ejemplo la ciberseguridad para proteger la información en sistemas conectados, la computación en la nube para mejorar la disponibilidad de la información y poder desarrollar sistemas escalables, el Internet de las Cosas (IoT) para construir el concepto de fábricas inteligentes gestionando adecuadamente los datos capturados.

En el ámbito de la ingeniería civil, ya se habla del impacto del BIM (Building Information Modelling), una parametrización o modelización 3D de un activo inmobiliario que usan ingenieros civiles o arquitectos para optimizar y reducir costes, simular y predecir comportamientos de instalaciones, estructuras, la interacción de los usuarios, así como la gestión proporcionada y eficaz del uso y mantenimiento. El BIM va, por tanto, de la mano del Big Data o ingeniería de los datos, ya que el activo inmobiliario sensorizado genera una gran cantidad de información que debe procesarse para la toma de decisiones en tiempo real y pueda crearse valor a lo largo de la vida de un inmueble.

Desde el punto de vista de los operadores de telecomunicación, por poner un último caso de uso, éstos generan una gran cantidad de datos generados de forma anónima a partir de los terminales móviles, que pueden usarse para extraer información sobre comportamiento humano, como es el caso de Telefónica⁵. Continuamente aparecen ejemplos del uso de tecnologías big data, para construir modelos sobre las preferencias, gustos, necesidades y comportamiento de las personas a nivel individual y agregado, lo que abre un gran abanico de posibilidades para la mejora de nuestra experiencia cuando interaccionamos con la tecnología, la evolución de productos y la creación de nuevos servicios personalizados y realmente relevantes. También tiene un enfoque social en ámbitos como la toma de decisiones y orientación de actuaciones de administraciones en situaciones de catástrofes naturales, o el desarrollo de modelos para conseguir avances y mejorar el mundo.

En este sentido, destaca la iniciativa de Naciones Unidas denominada Global Pulse, cuyo objetivo es utilizar el big data para el desarrollo sostenible y la acción humanitaria, reconociendo a los datos como una oportunidad para disponer de una mejor comprensión del comportamiento humano⁶.

⁴ <https://www.clavei.es/blog/industria-4-0-la-cuarta-revolucion-industrial-big-data/>

⁵ <https://www.telefonica.com/es/web/negocio-responsable/telco-accesible/big-data>.

⁶ United Nations Global Pulse, <https://www.unglobalpulse.org/>.

En tercer lugar, es importante indicar que ingeniería y sistemas de datos va más allá de los aspectos tecnológicos asociados a la captación, transmisión y almacenamiento de los datos, y se apoya además en la seguridad y el uso responsable de los datos. Los egresados del Grado en Ingeniería de Datos y Sistemas habrán adquirido esas capacidades, que serán aplicadas cuando desarrollen su labor profesional.

En relación al título de Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos propuesto, éste ha sido diseñado para que el egresado tenga una sólida formación básica, complementada por tecnologías transversales, y una formación complementaria y transversal, que va desde el desarrollo de competencias transversales a conceptos como la gestión empresarial, los modelos de negocio y la gestión de proyectos. Es decir, la sociedad se nutrirá de titulados de alta cualificación tecnológica y con capacidad para enfrenarse a un sector en constante evolución. El egresado adquirirá competencias para formarse a lo largo de la vida (*lifelong learning*) y adaptarse a los continuos cambios tecnológicos y a la aparición de nuevos modelos productivos.

Además, a la vista de los ejemplos mencionados, queda claro que el ingeniero de datos y sistemas deberá diseñar, desplegar, operar y gestionar sistemas en entornos multidisciplinares y globales, no sólo con el analista de datos, sino también con profesionales de otros ámbitos muy diversos. El plan de estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos reconoce este hecho, e incluye asignaturas para que el alumno pueda aplicar los conocimientos en las tecnologías en diferentes campos, desarrollando soluciones que cubran la cadena completa de valor del dato.

Por los motivos expuestos anteriormente, los científicos e ingenieros de datos son actualmente los profesionales más buscados y mejor pagados en el ámbito de los sistemas y tecnologías de información.

Hay que tener en cuenta que el tratamiento de datos y la toma autónoma de decisiones son componentes primordiales en la actividad cotidiana de muchas empresas e instituciones, para lo que necesitan disponer de sistemas que capturen, limpien, transmitan, almacenen y procesen cantidades masivas de datos procedentes de diversas fuentes, de forma segura y bajo el marco legal, normativo y ético. Ámbitos tan diversos como la biotecnología, la genómica, el comercio electrónico, la automoción, las finanzas, la realidad virtual, la medicina, el deporte, la energía, el transporte, la domótica, etc., están inmersos en cantidades colosales de información que requieren un tratamiento matemático, estadístico y computacional. Estos ámbitos cubren una gran parte del tejido industrial y las instituciones públicas de todo el mundo donde la presencia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) es indispensable para gestionar, competir e innovar.

Existen multitud de informes, tanto en el ámbito nacional como internacional, que señalan la necesidad de disponer de este tipo de perfiles.

Por citar algunos y empezando en el ámbito internacional, ya en el año 2014, la Comisión Europea realizó un informe donde indicaba la existencia de una nueva revolución industrial basada en los datos digitales, la computación y la automatización. En este informe se estimaba que a partir del 2015 la tecnología y los servicios basados en Ciencia e Ingeniería de Datos tendrían un crecimiento anual de un 40%. Igualmente se anticipaba un mercado en 2017 de 50.000 millones de dólares apuntando la necesidad de crear en Europa el adecuado ecosistema que posibilite el incremento de productividad anticipado por los estudios.

En la misma línea, un informe de Demos EUROPA y el Instituto de Estudios Económicos de Varsovia, también de 2014, estima que el mercado asociado al tratamiento de datos generará un crecimiento del PIB en Europa de 206 Billones de Euros en 2020. Sin embargo, también alerta del grado de preparación de los estados miembros para abordar este reto y concluye que este grado no es uniforme y que es necesario potenciar aquellos países menos desarrollados, como España, para posibilitar la creación de un mercado digital único.

La International Data Corporation (IDC) predice también que el 89% del crecimiento en la industria TIC en el año 2020 será resultado del desarrollo de las técnicas de tratamiento masivo de datos. Esta predicción requiere, y el citado informe avisa de los riesgos de desentender esta recomendación, de la necesidad de establecer un diálogo entre negocios y tecnologías.

Ya algo más reciente, World Economic Forum publicó en 2016 un informe que plantea el advenimiento de la llamada cuarta revolución industrial indicando que, en términos de futuros empleos para el año 2020, los profesionales con capacidades para el tratamiento de datos serán críticos en todo el mundo para todo tipo de industrias.

Por último, la profesión de Ciencia e Ingeniería de Datos ha sido elegida, en 2019, por cuarto año consecutivo la mejor profesión en América, según el portal americano Glassdoor. Hablamos de más de 6500 ofertas directas, un salario medio de unos 108.000 dólares y de un grado de satisfacción de 4,3/5.

En nuestro país, tanto en las empresas como en las universidades se ha tomado conciencia, por un lado, del esfuerzo adicional que hay que hacer para alcanzar los niveles de otros países más avanzados, como del hecho de que no afrontar este reto supondrá una pérdida enorme de capacidad competitiva de nuestro mercado.

Esta concienciación se ha puesto de manifiesto en gran número de informes que confirman la demanda laboral presente y futura del perfil propuesto. Podemos destacar en el informe ADECCO, líder mundial en la gestión de recursos humanos, “El futuro del trabajo en España 2016”, donde se detallan los sectores que liderarán la creación de empleo en el período 2020-2025, siendo el sector de la Tecnología e I+D+i el más destacado, según un 92,5% de los expertos consultados frente al 80% que obtiene el sector del Turismo que está en segunda posición. En tercer lugar, el bienestar social con el 75% de los expertos consultados y también el sector de la energía con el 60%. De hecho, bajo una perspectiva más moderna la ingeniería y ciencia de datos va a ser a su vez un claro impulsor tanto del turismo como de la salud como de la energía, siendo por tanto prácticamente omnipresente en el mercado laboral futuro.

Otro estudio interesante es ‘EPyCE 2018: posiciones y competencias más demandadas’, de la EAE Business School y la CEOE, que destaca la disyuntiva entre las opiniones de aquellos que creen que la presente revolución digital eliminará millones de puestos de trabajo y aquellos que predicen que se crearán millones de trabajos. Posiblemente ambas posturas sean ciertas siendo por tanto testigos de una época de transición entre un conjunto de profesiones llamadas a desaparecer y otro conjunto, lideradas por el ingeniero y científico de datos, con una creciente demanda. Este estudio precisamente constata que las posiciones más difíciles de cubrir en España, son las relacionadas con el Big Data, con un porcentaje del 10,11% sobre el total, y muy lejos de la segunda posición, los ingenieros informáticos, con un 5,85% sobre el total. Este mismo estudio indica que, según las empresas, en un futuro próximo las posiciones tecnológicas de Big Data (7,61%) y Data Science (4,57%) ocuparán el primero y segundo lugar como las más demandadas.

Se puede citar además el Informe COTEC 2018, en el que se pone de relevancia las necesidades de profesionales en el ámbito del Big Data en los próximos años, con la necesidad de involucrar empresas, administraciones y ciudadanos. La propia fundación COTEC pone de relevancia la falta de talento Big Data en España y también a nivel mundial, a pesar de que el valor estimado de la economía del dato en Europa supuso un 1,87% del PIB de los países miembros en 2015 (272.000 millones de euros) y se prevé que alcance el 4,7% en 2020.

De la misma forma, el Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información cuantifica en su Informe anual del sector TIC y de los Contenidos en España (2018) la aparición de los sectores de Analytics & Big Data, Internet of Things, Smart Ecosystems / Smart Cities en 2017, con un crecimiento de 115,3%, 77,3% y 353,0% entre 2016 y 2017, respectivamente.

2.1.2 Demanda formativa

En las secciones anteriores se ha puesto de manifiesto de manera inequívoca el gran reto que deben abordar las empresas para afrontar una auténtica revolución en su competitividad. Debemos ahora resaltar la ineludible necesidad de la Universidad para posibilitar que este desarrollo sea una realidad. Sin embargo, antes de decidir la oportunidad de implantar un programa de estudios en el ámbito de la ingeniería de datos en la UPM, conviene analizar cómo está evolucionando el entorno universitario a nacional, europeo y mundial.

En España, diversas Universidades han ofertado nuevos grados en ciencia de datos durante 2017 y 2018. Podemos destacar la Universidad Autónoma de Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña, Universidad Pompeu Fabra de Barcelona, Carlos III de Madrid, Universidad Politécnica de Valencia, Universidad Europea de Madrid, Universidad Pública de Navarra y Universidad de A Coruña. En mayor o menor medida, los contenidos de estos títulos están fuertemente influenciados por los departamentos proponentes haciendo especial énfasis en un enfoque informático y matemático. Este hecho es una fortaleza dada la reputada experiencia en estas temáticas, pero a su vez abre la oportunidad a otras perspectivas como las expuestas en la presente memoria de verificación, más centradas en la ingeniería y en las aplicaciones en múltiples sectores. El cupo ofertado no supera en ningún caso las 75 plazas, por lo que parece claro que este nuevo título de UPM será bienvenido como una contribución adicional para satisfacer la enorme demanda de la sociedad en este campo.

En Europa, encontramos tanto grados como posgrados en ciencia de datos. Existen grados en datos propuestos por universidades relevantes (Technical University of Dortmund, TU Eindhoven), y Reino Unido (Essex, Warwick, Portsmouth), quizás con el objetivo de captar alumnos usando etiquetas atractivas. En cuanto a programas de Máster, encontramos ejemplos en ETH Zurich, RWTH (Aachen), Nice Sophia, ESSEC Business School y Centrale Supélec. Todos los programas analizados tienen en común una fuerte relación con la industria, permitiendo a los estudiantes desarrollar el último semestre en alguna empresa.

En Asia podemos destacar el Israel Institute of Technology (Technion) y la Nanyang University (Singapur) que ofrecen grados en Ciencia de Datos de 4 años, con enfoque práctico y relación con la industria.

En Estados Unidos, las principales universidades (CMU, MIT, Stanford) ofrecen programas de datos como especialización (minor o major), y algunos programas de Bachelors en Data Science. Podemos destacar University of California at Irvine, University of Michigan, University of

Rochester, Louisiana State University, University of Texas o Pennsylvania State University, y todos los que se incluyen en la tabla de la sección 2.2.1.

Del análisis elaborado a nivel internacional, se concluye que hay un mayor número de programas de posgrado que de grados en Ingeniería y Ciencia de datos. Esta falta de grados en ciencia e ingeniería de datos puede deberse a varios factores, entre los que cabría apuntar: 1) la implantación de un grado supone mayor riesgo y complejidad que un posgrado, lo que supone un menor impacto en la institución si no tiene éxito; 2) los grados existentes tienen una estructura más dinámica y flexible, por lo que han sabido adaptarse sin necesidad de crear una nueva titulación. Muy probablemente, este número de grados ha de crecer en los próximos años.

Podemos concluir por tanto que un grado más en España en el ámbito de la ingeniería de datos tiene cabida y de hecho seguro que en un futuro próximo proliferarán en aquellas universidades que todavía no han dado este paso. Esta necesidad se torna, por tanto, en una oportunidad en la que, desde una Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación, contamos con un valor añadido muy importante: no solo tenemos conocimientos avanzados de estas disciplinas por nuestra formación, sino que como ingenieros podemos aportar una visión holística que permita plantear todos estos retos bajo una perspectiva transversal que integre conocimientos de matemáticas, electrónica, telemática, y procesamiento de señal. Actualmente, existen en todos los Departamentos de la Escuela diferentes iniciativas docentes y de investigación en el ámbito de los datos, lo que confirma que la ciencia e ingeniería de los datos está alcanzando un protagonismo muy importante en esta Escuela. Por tanto, consideramos que existen en nuestra Escuela excelentes recursos humanos y materiales para afrontar este reto de manera que nuestros egresados jueguen un papel protagonista en el mercado laboral nacional e internacional.

2.1.3 Perfil de egresado

El objetivo específico de la titulación propuesta es dotar a sus egresados de una formación científica, tecnológica y socio-económica, en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación, que les permitan diseñar, construir, explotar y gestionar las redes, sistemas, servicios y procesos que usen o transmitan datos, entendidos éstos como sistemas de adquisición, transmisión, representación, pre-procesado, almacenamiento, gestión y presentación de los mismos, en dicho ámbito.

La formación del egresado incluye contenidos de ciberseguridad, redes y sistemas de comunicaciones, internet de las cosas, sistemas para el almacenamiento de datos y el procesamiento de señales (multimedia, datos en movilidad, etc.), que se complementan con contenidos transversales. Es una aproximación similar a la utilizada en prestigiosas universidades cuyos egresados participan en primera línea en la actual “revolución digital” [1].

El egresado del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos tendrá una visión integradora del conjunto de sistemas conectados y tecnologías involucradas, con énfasis en la dimensión de complejidad, y evaluando aspectos técnicos, de seguridad, sociales, medioambientales, económicos y de empresa, que le facultarán para dirigir, organizar y planificar sistemas y servicios específicos de la titulación, así como para diseñar, gestionar, supervisar y evaluar proyectos en su ámbito.

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

2.2.1 Referentes externos a la universidad proponente que avalen la adecuación de la propuesta a criterios nacionales o internacionales para títulos de similares características académicas

La relevancia que ha adquirido el sector de los datos en los últimos años, propiciada por una profunda transformación digital tanto en las empresas y sectores económicos, como en función pública, administración y sector servicios, incluso llegando al ámbito de la vida personal y el día a día de las personas, ha venido acompañada de una fuerte expansión económica del sector, con una actividad creciente en prácticamente todos los campos de la vida moderna: movilidad y transporte, sanidad, banca, macroeconomía, genómica, energía y medioambiente, sector financiero, producción, agricultura (agrifood), etc.

La universidad, en todos los países que están impulsando esta transformación digital de su sociedad, no es ajena a este proceso, por lo que actualmente es posible cursar programas de grado y máster en centenares de universidades de todo el mundo, especialmente en EEUU, China y, como no podía ser menos, Europa, especialmente en el mundo anglosajón.

En la siguiente tabla se detallan algunos de los programas más prestigiosos en universidades fuera de España que han sido consultados para la elaboración de la presente memoria.

Tabla 2. Grados implantados en el ámbito de la Ingeniería y Ciencia de Datos en universidades fuera de España.

País	Universidad	Grado	Web
Australia	University of Technology, Sydney (UTS)	Data Engineering B. Sc.	https://www.uts.edu.au/future-students/engineering/courses/undergraduate-majors/data-engineering
Estados Unidos	College of Charleston	Data Science B. Sc.	http://datascience.cofc.edu
Estados Unidos	Columbia University	Data Science B. Sc.	http://bulletin.columbia.edu/general-studies/undergraduates/majors-concentrations/computer-science-statistics/
Estados Unidos	Mills College	Data Science B. Sc.	https://www.mills.edu/academics/undergraduate-programs/majors-minors/data-science.php
Estados Unidos	Pennsylvania State University	Data Science B. Sc.	https://datasciences.psu.edu
Estados	University of Montana	Data Science B. Sc.	https://www.mtech.edu/clsp/data-

Unidos			science/index.html
Israel	Israel Institute of Technology (Technion)	Data Science and Engineering	https://admissions.technion.ac.il/en/study-tracks/data-science-and-engineering/
Reino Unido	University of Bedfordshire	Computing and data science	https://www.beds.ac.uk/howtoapply/courses/undergraduate/next-year/computing-and-data-science
Reino Unido	Worcester Polytechnic Institute	Data Science	https://www.wpi.edu/academics/departments/data-science
Holanda	Eindhoven University of Technology	Data Science BSc	https://www.tue.nl/en/education/bachelor-college/bachelor-data-science/
Holanda	Maastricht University	Data Science and Knowledge Engineering	https://www.maastrichtuniversity.nl/education/bachelor/bachelor-data-science-and-knowledge-engineering
Holanda	Tilburg University	Data Science BSc	https://www.tilburguniversity.edu/education/bachelors-programs/data-science
Finlandia	Aalto University	Bachelor's Programme in Science and Technology - Data Science	https://www.aalto.fi/en/study-options/aalto-bachelors-programme-in-science-and-technology-data-science
Dinamarca	IT University of Copenhagen	Data Science BSc	https://en.itu.dk/programmes/bsc-programmes/data-science
Rusia	University of London and Higher School of Economics	Data Science and Business Analytics	https://www.hse.ru/en/ba/data/
Polonia	Gdansk University of Technology	Data Engineering	https://gut.dreamapply.com/en_ES/courses/course/200-bachelor-data-engineering
China	The Hong Kong University of Science and Technology	Data Science and Technology BSs	https://science.ust.hk/4year_overview.html#pt3

2.2.1.1 Grados en universidades españolas

A nivel nacional, las universidades de todo el territorio español han generado una interesante y potente oferta, tanto pública como privada, en el ámbito de los datos. Se recogen en la siguiente

tabla una relación de los títulos oficiales que se pueden encontrar en el Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT) del Ministerio de Educación y en las páginas de las universidades mencionadas.

Tabla 3. Grados implantados en el ámbito de la Ingeniería y Ciencia de Datos en universidades en España.

UNIVERSIDAD	TITULACIÓN	ECTS	CÓDIGO RUCT F. VERIFICACIÓN	CURSO IMPLANTACIÓN
IE Universidad	Grado en Datos y Analítica de Negocio / Bachelor in Data and Business Analytics	240	2503737, 06/06/2018	2018/19
Universidad Autónoma de Barcelona	Grado en Ingeniería de Datos	240	2503758, 18/04/2018.	2018/19
Universidad Autónoma de Barcelona	Grado en Matemática Computacional y Analítica de Datos	240	2503740, 18/04/2018	2018/19
Universidad Carlos III de Madrid	Grado en Ciencia e Ingeniería de Datos	240	2503783, 06/06/2018.	2018/19
Universidad Europea de Madrid	Grado en Gestión Empresarial Basada en el Análisis De Datos (Business Analytics)	240	2503728, 18/04/2018.	2018/19
Universidad Europea de Madrid	Grado en Ingeniería en Matemática Aplicada al Análisis de Datos	240	2503778, 08/05/2017.	2017/18
Universidad Politécnica de Cataluña	Grado en Ciencia e Ingeniería de Datos	240	2503524, 21/03/2017.	2017/18
Universidad Politécnica de Valencia	Grado en Ciencia de Datos	240	2503653, 15/09/2017.	2018/19
Universidad Pompeu Fabra	Grado en Ingeniería Matemática en Ciencia	240	2503429,	2017/18

de Barcelona	de Datos		20/07/2016.	
Universidad Pública de Navarra	Grado en Ciencia de Datos	240	2503690, 23/02/2018.	2018/19
Universitat de València (Estudi General)	Graduado o Graduada en Ciencia de Datos	240	2503664, 23/02/2018.	2018/19
Universitat Oberta de Catalunya	Grado en Ciencia de Datos Aplicada	240	2503774, 18/04/2018.	2018/19

Asimismo, hay una gran actividad en el resto de universidades españolas conducentes a la generación de una titulación en el ámbito de datos, bien orientados a la ingeniería de los datos como a la ciencia de los mismos, incluso aunando ambas trayectorias en un sólo programa.

Tabla 4. Grados propuestos en el ámbito de la Ingeniería y Ciencia de Datos en universidades en España.

UNIVERSIDAD	TITULACIÓN	ECTS	OBSERVACIONES
Universidad de Oviedo. Escuela Politécnica de Gijón	Grado en Ciencia e Ingeniería de Datos	ND	En proceso de estudio para su implementación
Universidade Da Coruña	Grado en Ciencia e Ingeniería de Datos	240	Memoria de Verificación disponible desde mayo de 2018

2.2.1.2 Másteres

Respecto del nivel de máster, se relacionan los másteres oficiales consultados en el ámbito territorial español, que serían posibles continuaciones naturales de alumnos egresados del programa presentado en esta memoria.

Tabla 5. Másteres implantados en el ámbito de la Ingeniería y Ciencia de Datos en universidades en España.

UNIVERSIDAD	TÍTULO	RUCT	ECTS	RAMA	IMPARTICIÓN
Universidad Politécnica de Madrid	Máster Universitario en Teoría de la Señal y	4310612	60	Ingeniería y Arquitectura	2016/17

	Comunicaciones				
IE Universidad	Máster Universitario en Analítica de Negocio y Manejo de Datos	4315047	60	Ciencias Sociales y Jurídicas	2014/15
Universidad Antonio de Nebrija	Máster Universitario en Periodismo Digital y de Datos	4313865	60	Ciencias Sociales y Jurídicas	2013/14
Universidad Autónoma de Barcelona y la Universidad Pompeu Fabra	Máster Universitario en Ciencia de Datos	4314870	60	Ciencias Sociales y Jurídicas	2014/15
Universidad Carlos III de Madrid	Máster Universitario en Estadística para la Ciencia de Datos	4316664	60	Ciencias	2018/19
Universidad Carlos III de Madrid	Máster Universitario en Métodos Analíticos para Datos Masivos: Big Data	4315583	60	Ingeniería y Arquitectura	2015/16
Universidad Complutense de Madrid	Máster Universitario en Minería de Datos e Inteligencia de Negocios	4313376	60	Ciencias Sociales y Jurídicas	2012/13
Universidad de Alcalá	Máster Universitario en Analítica de Negocio y Grandes Volúmenes de Datos	4315854	60	Ingeniería y Arquitectura	2017/18
Universidad de Barcelona	Máster en Fundamentos de la Ciencia de Datos	4315821	60	Ciencias	2016/17
Universidad de Cantabria y la Universidad Internacional Menéndez Pelayo	Máster Universitario en Ciencia de Datos	4316323	60	Ciencias	2017/18
Universidad de Granada	Máster Universitario Oficial en Ciencia de Datos e Ingeniería de Computadores	4315140	60	Ingeniería y Arquitectura	2014/15

Universidad de Oviedo	Máster Universitario en Análisis de Datos para la Inteligencia de Negocios	4315881	120	Ciencias Sociales y Jurídicas	2016/17
Universidad de Salamanca	Máster Universitario en Análisis Avanzado de Datos Multivariantes y Big Data	4315670	60	Ciencias	2015/16
Universidad de Sevilla	Máster Universitario en Ingeniería del Software: Cloud, Datos y Gestión de las Tecnologías de la Información	4316602	60	Ingeniería y Arquitectura	2018/19
Universidad de Valladolid	Máster Universitario en Gestión Forestal basada en Ciencia de Datos	4316066	90	Ingeniería y Arquitectura	2017/18
Universidad de Vic- Universidad Central de Catalunya	Máster Universitario en Análisis de Datos Ómicos	4313408	60	Ciencias	2012/13
Universidad Europea de Madrid	Máster Universitario en Análisis de Grandes Cantidades de Datos MBI	4315398	60	Ingeniería y Arquitectura	2015/16
Universidad Europea Miguel de Cervantes	Máster Universitario en Gestión y Análisis de Grandes Volúmenes de Datos: Big Data	4316352	60	Ingeniería y Arquitectura	2017/18
Universidad Loyola Andalucía	Máster Universitario en Análisis de Datos Masivos y de Negocio	4315987	90	Ingeniería y Arquitectura	2016/17
Universidad Internacional de La Rioja	Máster Universitario en Análisis y Visualización de Datos Masivos	4315751	60	Ingeniería y Arquitectura	2016/17
Universidad Internacional de La Rioja	Máster Universitario en Periodismo de Investigación, Datos y Visualización	4314832	60	Ciencias Sociales y Jurídicas	2014/15

Universidad Internacional de La Rioja	Máster Universitario en Protección de Datos	4314841	60	Ciencias Sociales y Jurídicas	2014/15
Universidad de Murcia y la Universidad de Santiago de Compostela	Máster Universitario en Tecnologías de Análisis de Datos Masivos: Big Data	4315427	60	Ingeniería y Arquitectura	2015/16
Universidad Internacional Isabel I de Castilla	Máster Universitario en Análisis Inteligente de Datos Masivos	4316337	60	Ingeniería y Arquitectura	2017/18
Universidad Ramón Llull	Máster Universitario en Análisis de Datos para los Negocios	4316137	60	Ciencias Sociales y Jurídicas	2017/18
Universidad Ramón Llull	Máster Universitario en Ciencia de los Datos	4316221	60	Ingeniería y Arquitectura	2017/18
Universidad San Pablo-CEU	Máster Universitario en Protección de Datos, Transparencia y Acceso a la Información	4313556	70	Ciencias Sociales y Jurídicas	2012/13
Universitat de les Illes Balears	Máster Universitario en Análisis de Datos Masivos en Economía y Empresa	4315495	90	Ciencias Sociales y Jurídicas	2015/16
Universitat de València (Estudi General)	Máster Universitario en Ciencia de Datos	4316093	90	Ingeniería y Arquitectura	2016/17
Universitat Oberta de Catalunya	Máster Universitario en Ciencia de Datos	4316294	60	Ingeniería y Arquitectura	2017/18
Universitat Politècnica de València	Máster Universitario en Ingeniería de Análisis de Datos, Mejora de Procesos y Toma de Decisiones	4311606	60	Ingeniería y Arquitectura	2009/10

2.2.1.3 Otros referentes. Libros blancos

Además de programas académicos, se han consultado otras fuentes, como el “Libro Blanco para el diseño de titulaciones en la Economía Digital (2015)”⁷ y el Libro Blanco de los Títulos de Grado en Ingeniería de Telecomunicación.

Este libro blanco para el diseño de titulaciones en la Economía Digital, coordinado por la Secretaria de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, contó con la participación de organismos como Red.es o ANECA, y se redactó con el objetivo de recoger las tendencias de la economía digital y guiar a las universidades en la elaboración de planes de estudio centrados en este sector de futuro denominado Economía Digital.

Dentro de las tendencias indicadas por este libro blanco, destacan las siguientes: la ciencia de datos y Big Data, y las redes de comunicación y centros de proceso de datos, y la seguridad digital.

En el análisis de los estudios de grado dentro del ámbito de la tecnología de la innovación, el libro blanco destaca los estudios consolidados de ingeniería informática, ingeniería de telecomunicación e ingeniería eléctrica, como aquellos grados que mayor relación tienen con la economía digital.

El libro blanco afirma que la mayoría de estudios universitarios y programas educativos se basan en formación en sectores tradicionales, no adaptados a las nuevas tendencias tecnológicas ni a los modelos de negocio marcados por las empresas pertenecientes a la Economía Digital.

El libro blanco ofrece los perfiles profesionales asociados a las tendencias de la economía digital. Se destacan a continuación aquellos más relacionados con las tecnologías tradicionalmente asociadas a la ingeniería de telecomunicación:

Tendencia 1. Redes e Infraestructuras Digitales.

Tendencia 1.1. Internet de las Cosas

Perfil 1. Desarrollo y fabricación de dispositivos y objetos inteligentes: capacidad de procesamiento autónomo, sensores y actuadores, y conectividad.

Perfil 2. Diseño y planificación de redes de dispositivos y objetos inteligentes: complementando el anterior perfil, desarrollo genérico de redes de comunicaciones y aplicaciones generales para dichos objetos inteligentes, con sus especificidades en cuanto a estructura de red, densidad, capacidad de procesamiento y gestión de la energía.

Perfil 3. Plataformas e infraestructuras para la gestión de las ciudades y los territorios inteligentes: desarrollo de plataformas de gestión, integración de servicios al ciudadano y gobernanza con la incorporación de las tecnologías de sensorización y adquisición y procesamiento de datos.

⁷ Libro Blanco para el diseño de titulaciones en la Economía Digital (2015), Ministerio de Industria, Energía y Turismo. En línea:
<http://www.aneca.es/content/download/13246/164004/file/Libro%20Blanco%20para%20el%20dise%C3%B1o%20de%20las%20titulaciones%20universitarias%20en%20el%20marco%20de%20la%20Econom%C3%ADa%20Digital.pdf>.

Perfil 4. Sistemas ciber-físicos para la industria: el desarrollo de software, sistemas de análisis de datos, y la incorporación de sensores y electrónica a los elementos que interactúan en los procesos productivos, en la convivencia persona-máquina (robots), y en la conectividad de todo lo anterior al mundo virtual, es decir a Internet.

Tendencia 1.2 Conectividad y Servicios Digitales

Perfil 7. Diseño y planificación de elementos o ámbitos de las redes digitales y la computación móvil

Perfil 8. Diseño y planificación de servicios y aplicaciones en redes digitales y computación móvil.

Tendencia 1.4 Centros de Proceso de Datos

Perfil 10. Diseño y planificación de elementos hardware/software de centros de proceso de datos: El almacenamiento (cloud storage) y la computación en nube (cloud computing: SaaS – Software as a Service, PaaS – Platform as a Service, IaaS – Infrastructure as a Service, NaaS – Network as a Service) suponen la planificación y construcción de redes distribuidas y escalables de Centros de Procesos de Datos (nodos centralizados de datos en redes descentralizadas), bajo los requerimientos de gran capacidad de almacenamiento, capacidad de replicación, computación distribuida, seguridad de los datos y sostenibilidad energética (Green IT).

Tendencia 2. Ciencia de los Datos

Perfil 11. Sistemas de gran volumen de datos: técnicas y algoritmos para el tratamiento y análisis masivo de datos, como técnicas y herramientas para el procesamiento de los mismos y su conversión válida en información útil para cualquier campo de aplicación, computación paralela, sistemas de visualización de datos masivos, así como la generación de modelos predictivos y de inteligencia de negocio

Tendencia 3. Seguridad Digital

Perfil 12. Seguridad de sistemas TIC: ciberseguridad de redes, sistemas y aplicaciones identificadas al implementar las tecnologías asociadas a la Economía Digital: análisis de riesgos y vulnerabilidades, seguridad hardware y software, auditoría de seguridad, privacidad y protección de datos personales, investigación forense, gestión de la continuidad de negocio, etc.

De los perfiles anteriores, podemos afirmar que, al menos, los perfiles 1, 2, 3, 4, 7, 8 y 12 estarían cubiertos en el egresado del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Tomando como referencia el libro blanco de la ingeniería de telecomunicación de ANECA⁸, puede verse su aspecto de transversalidad, ya que aborda aspectos de redes y comunicaciones, programación y electrónica, ámbitos que sustentan la ingeniería de los datos y sistemas. En ese libro blanco, se fija un conjunto de conocimientos básicos que son la base de la ingeniería de datos. No puede entenderse un ingeniero de datos sin una componente de diseño, despliegue y operación de sistemas conectados, muy vinculada a un perfil en telecomunicación.

⁸ Libro Blanco de los Títulos de Grado en Ingeniería de Telecomunicación, ANECA. 2005.
http://www.aneca.es/var/media/151120/libroblanco_telecomunicaciones.pdf.

Algunas de las competencias comunes a la rama de telecomunicación que puede extraerse de las órdenes CIN 352 (Ingeniero Técnico de Telecomunicación) y CIN 355 (Ingeniero de Telecomunicación) que tienen relación directa son: Capacidad de concebir, desplegar, organizar y gestionar redes, sistemas, servicios e infraestructuras de telecomunicación, Capacidad de utilizar aplicaciones de comunicación e informáticas (ofimáticas, bases de datos, cálculo avanzado, gestión de proyectos, visualización, etc.) para apoyar el desarrollo y explotación de redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación y electrónica, Conocimiento de los métodos de interconexión de redes y encaminamiento, así como los fundamentos de la planificación, dimensionado de redes, Conocimiento y utilización de los fundamentos de la programación en redes, sistemas y servicios de telecomunicación. Todas estas capacidades son necesarias y deben usarse en el desarrollo, despliegue y puesta en operación proyectos de ingeniería de datos.

Conviene también mencionar algunas competencias básicas, como son la Aptitud para aplicar los conocimientos sobre álgebra lineal, cálculo diferencial e integral, métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización, sobre la que se apoyan los algoritmos y procesos empleados para la extracción de valor en el punto final de la cadena de valor del dato.

Otra de las competencias asociadas a la ingeniería de telecomunicación es la Capacidad para aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación.

La formación del Ingeniero de Telecomunicación no sólo recoge el dominio de tecnologías actuales, sino que la formación está orientada a que los egresados adquieran la capacidad de adaptarse y aprender nuevas tecnologías que aparecerán en un futuro.

Como se indica en el libro blanco de ANECA sobre la ingeniería de telecomunicación, las enseñanzas de grado se desarrollan para permitir su evolución en el tiempo y su adaptación a las condiciones siempre cambiantes del sector TIC, esencial para el desarrollo de la economía de los datos. Asimismo, se afirma que la variedad de conocimientos del Grado no sólo debe reunirse en torno a perfiles académicos tradicionales, sino también a perfiles que no existen en la actualidad o, incluso, a perfiles mixtos, como es el caso de la ingeniería de datos.

Si analizamos, por tanto, los perfiles definidos en el sector de la economía digital y vemos su relación con las competencias de la rama de telecomunicación, podemos afirmar que es posible desarrollar un título de Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos partiendo de esas competencias, que integren las tecnologías de la ingeniería de datos (redes de sensores, internet de las cosas, computación en la nube, interconexión de redes, ciberseguridad).

2.2.1.4 Otros referentes. Informes de asociaciones o colegios profesionales, nacionales, europeos, o de otros países

Se han consultado además los siguientes informes del sector para la elaboración y justificación de la demanda laboral de los egresados de la titulación:

European Union

Towards a thriving data-driven economy, TEN/557-EESC-0000. Julio 2014.

<https://www.eesc.europa.eu/en/our-work/opinions-information-reports/opinions/towards-thriving-data-driven-economy>

Warsaw Institute for Economic Studies

Big and Open Data in Europe: A growth engine or a missed opportunity. A report commissioned by **demosEUROPA – Centre for European Strategy** Foundation within the “Innovation and entrepreneurship” programme. Marzo 2014.
http://wise-europa.eu/wp-content/uploads/2016/03/bod_europe_2020_full_report_singlepage.pdf

International Data Corporation (IDC)

IDC MaturityScope: Big Data and Analytics. Junio 2015.
https://www.cacp.ca/index.html?asst_id=1637

World Economic Forum

The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. Enero 2016.
http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf

Glassdoor

Glassdoor's Ranking: 50 best jobs in America. 2019.
https://www.glassdoor.com/List/Best-Jobs-in-America-LST_KQ0,20.htm

Adecco

Informe Adecco sobre el Futuro del Trabajo en España. 2016.
<http://www.ceu.es/joblab/documentacion/informeAdecco.pdf>

EAE Business School

Posiciones y competencias más demandadas Informe EPyCE. 2018.
<https://marketing.eae.es/prensa/InformeEPYCE2018.pdf>

Jobs in Madrid

Portal de empleo Jobs in Madrid. 2019.
<http://www.jobsinmadrid.es/search?q=Big+Data+Engineer>

Fundación COTEC para la Innovación

Informe COTEC. 2018.
http://informecotec.es/media/Informe-Cotec_2018_versi%C3%B3nweb.pdf

Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información

Informe anual del sector TIC y de los Contenidos en España. 2018.
https://www.onsi.red.es/onsi/sites/onsi/files/InformeAnualSectorTICC2018_0.pdf

Además de los informes anteriores, es muy interesante también la visión que, desde el mundo de la economía, Emilio Ontiveros y sus colaboradores aportan en su libro “Economía de los Datos. Riqueza 4.0”⁹. Aparte de su análisis sobre las tendencias y evolución del sector TIC, en su capítulo 6º relativo al “auge de las nuevas profesiones” definen, entre otras, las profesiones de ingeniero de datos y científico de datos y establecen algunas de sus competencias para

⁹ Emilio Ontiveros, *Economía de los Datos. Riqueza 4.0*, Fundación Telefónica, 2018. En línea: https://www.fundaciontelefonica.com/artes_cultura/publicaciones-listado/pagina-item-publicaciones/itempubli/624/?_ga=2.102135681.1634058.1557238024-1399671211.1557238024

finalmente indicar que en estos momentos los perfiles profesionales adecuados para realizar estas tareas son:

- Ingeniería de datos: “titulados universitarios, generalmente, en informática o telecomunicaciones”.
- Científico de datos: “Titulados en disciplinas científicas, relacionadas con las matemáticas, estadística, informática, telecomunicaciones, etc.”

Así pues, todos estos informes señalan que los profesionales con formación en Ciencia e Ingeniería de Datos forman parte hoy en día de los perfiles más demandados. Además, debemos destacar que esta demanda es transversal a un gran número de sectores industriales y profesionales. Es más, estos datos son plenamente corroborados por la realidad actual. Por ejemplo, si nos centramos en un escenario concreto, la Comunidad de Madrid y en una fecha concreta, la redacción de esta memoria, mayo de 2019 y hacemos una búsqueda de ofertas de trabajo en el área de la ‘ingeniería en big data’ nos encontramos con más de 3100 coincidencias. No hay ningún otro sector comparable.

Por otro lado, en un informe reciente de la Confederación Española de Organizaciones Empresariales (CEOE) sobre los procesos de transformación digital en España¹⁰, se ponen de relieve varios aspectos relacionados con la titulación propuesta.

En primer lugar, este informe destaca, entre otros, los siguientes facilitadores digitales de carácter tecnológico como necesarios para la transformación digital:

- Redes de banda ancha, que son las autovías electrónicas que transportan, distribuyen y permiten compartir cualquier tipo de información
- Cloud computing, como servicio digital clave en la Sociedad Digital
- Internet de la Cosas (IoT), como paradigma de los millones de dispositivos que habrá conectados a las redes en el año 2020, y que posibilitarán el desarrollo de sectores como Connected Car, Smart Health, Smart Home, Smart City, Internet Industrial, etc.
- Big Data, como elemento necesario para transferir, almacenar y procesar información para producir útil para la acción empresarial e industrial (Business Intelligence).

En segundo lugar, merece la pena destacar la necesidad de definir nuevas titulaciones en el ámbito universitario que sean flexibles para adaptarse a los cambios tecnológicos que acompañarán al desarrollo de la sociedad digital, y que desarrollen competencias transversales a nivel de grado y máster.

2.2.2 Descripción de los procedimientos de consulta internos utilizados para la elaboración del título

La necesidad de modificar y ampliar la oferta docente de la ETSIT-UPM para adaptarla a las nuevas necesidades de la sociedad ha sido objeto de análisis por su equipo directivo desde hace años, pero es el 10 julio del año 2017 cuando, en una Junta de Escuela Extraordinaria a la que se invitó a todos los miembros del centro, se sometió a debate la necesidad de apostar por una transformación de la Escuela que incluyese la revisión de su oferta docente.

¹⁰ La digitalización de la sociedad española. Plan digital 2025, CEOE, 8 de junio de 2018.

La decisión concreta de proponer una nueva titulación en el ámbito de la ingeniería de datos surge durante los primeros trabajos de definición de un Plan Estratégico para la ETSIT-UPM para el periodo 2020-2025. Concretamente, en una reunión celebrada el 8 de febrero de 2018 por el Comité Asesor de la ETSIT-UPM, órgano al que haremos referencia más adelante, se nos urge a iniciar un proceso más radical de adaptación de las enseñanzas impartidas hasta ese momento a la evolución de las TIC y se nos propone el ámbito de los datos y el enfoque sistémico como elementos básicos de esta iniciativa^{11,12}.

En este contexto, el Director de la ETSIT-UPM creó un grupo de trabajo compuesto por profesores con experiencia reconocida en el ámbito, coordinados por el Jefe de Estudios. Sus miembros se reunieron en numerosas ocasiones durante el segundo trimestre del año 2018 y generaron los primeros documentos y una importante conclusión: el actual título de Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación, al ser habilitante y sometido a las ordenes CIN, no permite la incorporación eficaz de los nuevos contenidos. En definitiva, recomendaron la creación de una nueva titulación en el ámbito de la ciencia e ingeniería de datos. El grupo siguió trabajando hasta la creación de una Comisión formal de Plan de Estudios a la que se incorporaron.

El tema se informa y analiza en una Junta de Escuela Extraordinaria celebrada el 16 de julio del mismo año. Se decide que la Comisión de Gobierno de la ETSIT-UPM sea la encargada del seguimiento de las propuestas relacionadas con nuevas ofertas de planes de Estudio. Así lo hace en sus reuniones de 21 de septiembre y 12 de diciembre del 2018 y el 5 de febrero y 20 de junio del 2019. En este órgano estatutario están representados el equipo directivo, el personal docente e investigador, el personal de administración y servicios y los estudiantes. Además, en todas sus reuniones participan como invitados los directores de departamento y directores de institutos y centros de I+D adscritos a la ETSIT-UPM.

A finales de julio del año 2018 se comunicó esta iniciativa al Vicerrectorado de Estrategia Académica e Internacionalización que convocó a los directores de las cuatro escuelas TIC de la UPM a varias reuniones de coordinación. Finalmente, tras analizar diferentes alternativas, se decidió que la oferta de la UPM en el ámbito de los datos será doble, ofertándose dos títulos complementarios: uno de “Ciencia de Datos e Ingeniería Artificial” que se adscribirá a las escuelas que imparten conocimientos de ingeniería informática y otro denominado “Ingeniería y Sistemas de Datos” adscrito a las dos escuelas que lo hacen en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación.

Para implementar de forma definitiva este último plan de estudios y elaborar los documentos finales necesarios, la Junta de Escuela de la ETSIT-UPM, en su reunión de 2 de abril de 2019, creó una Comisión de Plan de Estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos a la que se incorporan posteriormente miembros de la ETSIT-UPM del Campus Sur.

La composición de la Comisión ha sido:

- Presidente: Director de la Escuela
- 2 Vocales del PDI elegidos por el Director

¹¹ Reunión del Comité Asesor de la ETSIT-UPM, 8 de febrero de 2018.

¹² Actas de la Junta de Escuela del 16 de julio de 2018, ETSIT-UPM.

- Vocales de Departamento: un representante PDI por Departamento, propuestos por cada Director de Departamento
- Secretario: elegido entre los vocales

El Presidente de la Comisión pudo invitar a otros profesores, investigadores, personal de administración y servicios, estudiantes o expertos externos, así como crear Grupos de Trabajo para tratar temas concretos. Esta Comisión de Plan de Estudios se ha reunido 12 veces desde su constitución.

En la ETSIST-UPM se creó una comisión de estudio reducida, formada por el director de la ETSIST y dos subdirectores, además de una comisión técnica formada por 6 profesores de distintas áreas de conocimiento a sugerencia del director. Para participar en la elaboración final del Plan de Estudios, la Comisión de la ETSIST-UPM está formada por:

- Un profesor del Departamento de Matemática Aplicada a las TIC.
- Un profesor del Departamento de Ingeniería Audiovisual y Comunicaciones
- Dos profesores del Departamento de Ingeniería Telemática y Electrónica

En paralelo a la Comisión del Plan de Estudios, se creó una comisión intercentros con miembros de ETSIT-UPM y ETSIST-UPM para analizar de forma conjunta los avances en el plan de estudios. Dicha Comisión estaba formada por un número reducido de miembros de cada Escuela, con la presencia de los Directores de los dos centros responsables.

Ambas comisiones de estudio se integraron para la puesta en común de las conclusiones y elaborar un plan de estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Por último, la Memoria así redactada fue revisada por el Vicerrectorado de Estrategia Académica e Internacionalización de la UPM, que realizó comentarios y aportaciones que fueron tenidos en cuenta en la redacción final que ha sido aprobada por los órganos correspondientes.

Los centros participantes en la titulación tienen implantado un Sistema de Garantía Interna de la Calidad (SGIC). El SGIC ha sido tenido en cuenta a la hora de elaborar el plan de estudios, concretamente lo contenido en dos subprocesos del proceso de Gestión de Títulos Oficiales PR/ES/002:

- SBPR/ES/002/01 – Diseño de Títulos Oficiales
- SBPR/ES/002/02 – Verificación de Nuevos Títulos

2.2.3 Descripción de los procedimientos de consulta externos utilizados para la elaboración del título

Además de las comisiones internas descritas en el apartado anterior, en el proceso de elaboración de la propuesta participaron actores externos a la Universidad que aportaron un punto de vista de los sectores profesionales complementario al del ámbito docente.

El procedimiento de consulta externo se ha realizado en varias fases:

- Consulta al Comité Asesor de la ETSIT-UPM

- Entrevistas con expertos del sector que emplean tecnologías relacionadas con la ingeniería y los sistemas de datos con interés por emplear a los egresados del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos
- Envío de cuestionario a expertos del sector para recoger su opinión acerca del interés del título y elaboración del plan de estudios

Las fases de este procedimiento de consultas externas se comentan a continuación.

En este proceso de consultas externas han jugado un papel esencial los miembros del Comité Asesor de la ETSIT-UPM que, como ya se ha indicado, en su reunión celebrada el 8 de febrero de 2018 analizaron la pertinencia de incrementar la actual oferta de grados de la Escuela y orientaron sus posibles contenidos.

El Comité Asesor de la ETSIT está compuesto por personas del más alto nivel de responsabilidad en algunas de las empresas, organizaciones e instituciones más importantes del sector TIC. Incluye responsables de los principales operadores de redes y servicios (Telefónica, Vodafone, Orange, RTVE), asociaciones profesionales y patronales del sector (Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, AMETIC -patronal representante del sector de la industria tecnológica digital- AUTELSI -Asociación Española de Usuarios de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información-...), empresas suministradoras (BQ, Indra, NOKIA...), consultoras (Everis, ISDEFE) y personalidades de diversos sectores (Rector de la Georges Mason University en Virginia, Director General de Telecomunicaciones, Director de los Laboratorios de Tecnología de Microsistemas del Massachusetts Institute of Technology (MIT), Presidente del Consejo Social de la UPM...). Su composición completa y funciones se publica en la web de la E.T.S.I.T. (<http://www.etsit.upm.es/da/escuela/organos-de-gobierno/comite-asesor/miembros.html>).

Entre sus funciones, tal como se recoge en el acuerdo de Junta de Escuela por el que se crea, está “Asesorar en el diseño y revisión de planes de estudio y otros programas docentes”, lo que explica el papel desempeñado.

A continuación, se resumen algunas de las recomendaciones realizadas por el Comité Asesor de la ETSIT-UPM:

La digitalización es una transformación continua y estructural del sector de las telecomunicaciones que obliga a adaptar los contenidos ofertados. En todo caso la formación debe basarse en cimientos muy sólidos compatibles con una especialización muy fuerte en ciertas áreas. No se puede apostar por todas las tecnologías, sólo por aquellas en que se tengan fortalezas, una de las vas valoradas de la ETSIT-UPM es la INTEGRACIÓN DE SISTEMAS en el ámbito TIC.

Se está produciendo un cambio radical en el mercado laboral donde el porcentaje mayor de la contratación no está en los operadores y los fabricantes sino en las empresas digitales. Se siguen necesitando Ingenieros de Telecomunicación en operadores/suministradores pero el futuro está en el ámbito los SISTEMAS (especialmente integración hardware y software) y en el ámbito de los DATOS.

Estamos en un nuevo escenario para las escuelas de ingeniería en el que han aparecido nuevos agentes y ha decrecido el interés por la ingeniería de telecomunicación clásica. En este nuevo entorno se recomienda incorporar nuevos estudios muy flexibles que los combinan con otros de ciencias de la computación.

En relación con el contenido concretos del plan de estudios presentado, se nos han trasladado las siguientes opiniones:

El Grado propuesto tiene interés profesional, hay una fuerte demanda de este tipo de profesional y cubre adecuadamente una parte significativa de la gran demanda previsible en el ámbito de los datos.

Se considera adecuada una formación específica adicional a la ya ofertada en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación por lo que se mejoraría significativamente la oferta de títulos de la UPM en general, y la ETSIT-UPM en particular.

Se considera que el profesorado de la ETSIT-UPM es adecuado, pero se recomienda su refuerzo con expertos que desarrollen su actividad en el sector.

Se proponen la incorporación de contenidos específicos (numerosos y asociados a al ámbito en que desarrolla su actividad cada experto). En general son contenidos muy adecuados para la parte optativa final de la formación.

Posteriormente, el grupo de trabajo delegado y los miembros de los equipos directivos identificaron un conjunto de empresas del sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones en diferentes ámbitos con interés por emplear a los egresados del Grado. Una vez seleccionadas las empresas, se llevaron a cabo distintas reuniones y entrevistas con representantes de dichas empresas para plantear y debatir avances en competencias, materias, asignaturas, contenidos y planificación de las enseñanzas. Las aportaciones de dichos representantes fueron tenidas en cuenta a la hora de tomar decisiones sobre los aspectos que hemos mencionado.

Adicionalmente, queremos resaltar un conjunto de entrevistas finales en las que responsables de departamentos técnicos que gestionan sistemas y servicios de datos, estratégicos en empresas de diferentes sectores económicos, analizaron en profundidad el plan propuesto conjuntamente con profesores responsables de su elaboración e implantación.

A continuación, se resume el contenido de las entrevistas:

D. David Labajo, General Manager Healthcare Digital Southern Europe en GE Healthcare

David Labajo apoya este nuevo título debido a la necesidad de un mayor número de profesionales en el área de la ingeniería de datos con visión sistémica en el sector de la salud, incluyendo todas las fases, desde la fuente del dato al conocimiento del negocio. Por otro lado, incide en un aspecto muy particular de los datos en el sector salud, ya que se trata de datos no estructurados y muy heterogéneos. D. David Labajo comentó el gap existente entre los profesionales dedicados a la captación y curado de los datos, y los expertos en el desarrollo de algoritmos matemáticos, y por ello cree necesario nuevos profesionales capaces de entender e integrar todos los sistemas y formatos/fuentes de información que forman parte un proyecto en ingeniería de datos en el ámbito de la salud. Valora muy positivamente la introducción de aspectos legales en la titulación, ya que afirma que el ingeniero de datos debe tener conocimientos legales en el tratamiento de los datos. Considera muy relevante esta titulación ya que las nuevas inversiones en este sector se encaminarán precisamente a las tecnologías de datos, entre otras aplicaciones, para estratificar automáticamente perfiles de riesgo de distintas enfermedades, o priorizar los casos

para su revisión por especialistas, así como el diagnóstico asistido integrando distintas fuentes de información.

D. Julio Linares, Presidente de la Comisión de Sociedad Digital de Confederación Española de Organizaciones Empresariales (CEOE), anterior Vicepresidente de Telefónica

Julio Linares afirma que las tecnologías digitales son tecnologías de propósito general y su impacto será imparable, irreversible, afectará a todos y redefinirá la posición que cada uno ocupamos, nuestro statu quo. Son síntomas revolucionarios que nos indican que estamos al inicio de una nueva revolución. Considera que el nuevo título mejora la oferta de la UPM pero que es necesario un esfuerzo continuado para adaptar la oferta a la demanda, así como adaptar el profesorado para que adquiera nuevas competencias docentes orientadas al aprendizaje activo y blended, perfil digital y desarrollo de las habilidades más demandadas. En el corto plazo identifica como nuevas demandas: I) Softwarización y virtualización de las redes, incluyendo edge computing; II) Desarrollo de aplicaciones (Web, Móviles, IoT, Cloud, Mundos Virtuales, 3D...); III) Big Data; IV) Inteligencia artificial; V) Robótica; VI) Ciberseguridad y protección de datos. Estima que esta demanda está sólo en parte cubierta por nuestro sistema universitario y que una parte significativa de esta nueva demanda será atendida por el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos y augura el éxito de la nueva titulación.

D. Santiago Tenorio Sanz, Head of Network Strategy & Architecture at Vodafone

D. Santiago Tenorio, responsable de las redes de comunicaciones de 26 operadores en el mundo (Europa, Australia, África y Asia), expone su visión de la evolución tecnológica de los datos e indica que las futuras redes de comunicaciones estarán formadas por billones de dispositivos arrojando datos en los próximos diez años, con un crecimiento que tendrá un carácter exponencial. Expresa la importancia de la formación básica dentro del Grado en Matemáticas, Estadística, etc., que servirá al egresado durante toda su vida, como un aspecto que no se puede aprender cuando dejas la universidad. D. Santiago Tenorio indica que en los próximos años las etiquetas que se emplean pueden pasar de moda, aunque los contenidos que encuentra en el plan de estudios propuesto representan los conocimientos esenciales. En todo caso cree que la combinación de ciencia de datos e ingeniería de datos es una buena alternativa, aunque no sabe lo que deparará el futuro. Afirma que la demanda de estos profesionales va a crecer exponencialmente. Finalmente asegura, aunque sabe que será una opinión contracorriente, que los contenidos “soft skills” son algo amplios.

Carlos Herrera Yagüe, VP of Data & Research at Cabify

D. Carlos Herrera comenta la importancia de los perfiles de científico de datos e ingeniero de datos en su compañía y el interés del título propuesto para dar soporte a las necesidades del sector, y opina que seguirá habiendo una gran demanda de estos perfiles en los próximos años. Indica que, ante la falta de titulados formados en ingeniería de datos, tienen la necesidad de contratar diversos perfiles, que deben completar su formación una vez incorporados a su trabajo. Como antiguo alumno de la ETSIT-UPM, opina que el profesorado está preparado para la impartición del título de Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos, e indica que con esta nueva

titulación se mejorará la oferta docente de la ETSIT-UPM. D. Carlos Herrera comenta que la estructura y asignaturas del Plan de Estudios son adecuadas ya que cubren los aspectos necesarios para un ingeniero de datos y sistemas, y pone énfasis en la importancia de una formación sólida en bases de datos y sistemas distribuidos.

D. Enrique Fueyo Ramírez, Cofounder at Lang.ai, Cofounder - CTO at Séntisis

D. Enrique Fueyo indica que existe en la actualidad una gran demanda de titulados capaces de trabajar con datos masivos y aportar valor a través de su tratamiento (captación, procesado y almacenamiento) y que dicha tendencia va en aumento. Afirma que el grado propuesto, en el que se combinan una base sólida de los fundamentos sobre la que construir los futuros avances y una capacidad para continuar aprendiendo y adaptarse a un entorno cambiante, da respuesta a la demanda creciente de titulados. Sobre el plan de estudios, D. Enrique Fueyo comenta que el grado es suficientemente amplio y que es importante los aspectos de seguridad de la información a nivel de red y comunicaciones, criptografía y codificaciones, que efectivamente se cubren en las asignaturas de “Ciberseguridad y protección de datos” y “Teoría de la Información”. Como conclusión, D. Enrique Fueyo afirma que el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos realiza una formación eminentemente práctica sin descuidar la formación teórica, presentando un equilibrio que será fundamental para asegurar la calidad del mismo. Indica, además, que la incorporación de metodologías docentes como las prácticas, el trabajo en grupo, la participación de profesores de la industria para impartir seminarios y talleres, etc. son necesarias para complementar la formación de los estudiantes.

Rodrigo Merino Gutiérrez. Amazon Web Services. Mgr. EMEA Specialist SA, IoT

Amazon es una de las empresas líderes en la gestión de datos teniendo en la actualidad una cuota de mercado muy superior al del resto de competidores. Amazon considera que es si bien los actuales perfiles pueden cubrir parte de la demanda, la formación específica en datos se considera de gran valor en las empresas del sector. Especial importancia tiene bajo su punto de vista los contenidos a incluir respecto al ciclo de vida del dato. Su valoración es altamente positiva respecto al plan de estudios que se está desarrollando en el momento en el que se realiza la entrevista. Globalmente, se considera un avance significativo en cuanto a la creación de nuevos títulos en el ámbito de la TIC.

Alberto Molina Pérez. Microsoft España, Application Development Manager

Las conclusiones más relevantes obtenidas en las conversaciones mantenidas con Microsoft durante el desarrollo del plan de la presente memoria, se centran en la importancia de poner en marcha un plan de estudios centrado en datos con un enfoque “ingenieril” ya que los perfiles que ellos encuentran en la actualidad provienen más del ámbito matemático. La propuesta de que el título sea de “ingeniería de datos” la consideran novedosa respecto a lo que ofrecen otras universidades de ámbito nacional y le auguran una gran demanda de los egresados de esta titulación. Actualmente Microsoft está demandando muchos profesionales enfocados a “dar valor al dato” que se están teniendo que reciclar desde otros campos por lo que la propuesta de una formación más orientada en este tema les parece un acierto por parte de la UPM. El plan de

estudios que se ha estado elaborando ha sido considerado de gran interés ya que incluirá asignaturas más tradicionales del campo de las telecomunicaciones con otras más novedosas relacionadas con el procesamiento y tratamiento de los datos

José Fernando García Ródenas. IBM Spain. University Programmes Spain Leader

La visión aportada por los responsables de IBM se puede considerar de gran interés ya que la persona entrevistada conoce la realidad de la oferta universitaria nacional (e internacional) en el ámbito de las TIC ya que se trata del responsable de universidades. La valoración de una propuesta de un título de “ingeniería de datos” frente a otras ofertas existentes más en el campo de la ciencia de datos es considerada muy atractiva por parte de una gran multinacional como es IBM. En este sentido, el valor añadido que da a la formación de los estudiantes la visión “extremo a extremo” de los problemas de gestión de datos se considera de gran valor en el futuro mercado laboral. En la actualidad el perfil de “ingeniero de datos” es uno de los más demandados en el mercado laboral e IBM está tratando de incorporar a profesionales con este enfoque en su plantilla. Su experiencia es que los perfiles actuales son incompletos y por tanto la propuesta de la UPM puede ser muy interesante para cubrir ese hueco del mercado. Respecto a los contenidos del plan de estudios IBM recomienda la inclusión de contenidos relacionados con la computación cuántica o el procesamiento de lenguaje, si bien se considera que pueden ser contenidos a cubrir como asignaturas optativas. También se comenta durante la entrevista la importancia de incluir conocimientos en lo relativo a la puesta en producción de los modelos o el ciclo de vida de los datos. En cualquier caso, la valoración del plan que se estaba desarrollando en el momento de la entrevista es, en general, positiva y se alaba la inclusión de asignaturas de proyectos en las que los estudiantes pueden analizar todos los detalles del sistema de extremo a extremo.

Manuel Marina Breysse. IDOVEN. Cardiólogo, CEO y Cofundador

A diferencia de otras de las empresas que se han consultado, en este caso IDOVEN es una startup tecnológica formada por médicos e ingenieros en el campo de la salud digital (eHealth). La valoración que hace el CEO de IDOVEN respecto a la propuesta es muy positiva ya que considera que disponer de un profesional que combinara, tanto aspectos hardware como software, sobre una sólida base matemática, y con un enfoque ingenieril y sistémico es de gran valor para el mercado. Su experiencia es la de contratar profesionales del campo de las TIC que tienen muchas carencias en alguna de las ramas de la ingeniería de datos por lo que requieren una formación adicional que normalmente no se puede cubrir sólo en un máster, por tanto, la inclusión de contenidos específicos de datos en los grados se considera de gran valor. En relación con un borrador del plan de estudios sobre el que se estaba elaborando cuando se realiza la siguiente justificación, IDOVEN valora como muy positiva la inclusión de asignaturas relacionadas con el análisis de señal y echan en falta más contenidos de aprendizaje automático.

José María Barriga García. INDRA. Jefe de Proyectos I+D

La propuesta presentada a INDRA es considerada de gran interés profesional y laboral ya que los sistemas de información están evolucionando de un enfoque estructural clásico a un enfoque desestructurado de grandes volúmenes de información heterogénea. Esto hace que se necesite

que sean abordados nuevos enfoques del tratamiento de la información empezando por la base matemática de los mismos. Según los entrevistados hay una gran demanda potencial. La limitación actual del mercado de estos perfiles se encuentra en los escasos profesionales especializados y en las reducidas aplicaciones prácticas. La propuesta hecha desde la visión de la Ingeniería de datos podría solventar este problema. Para INDRA el tema de la ingeniería de datos es necesario que se introduzca a nivel de grado ya que la formación de postgrado no cubre todos los contenidos necesarios por lo que arrancar la formación específica antes se considera de vital importancia. La inclusión de aspectos importantes como la “calidad”, la “integración” y el “modelado” se considera imprescindible para la elaboración del Plan de Estudios ya que no todos los datos son aptos para su procesamiento (por ejemplo, información dudosa, etc.), en ocasiones existen varias fuentes de información que hay que integrar y por último el modelado de la información debe hacerse desde paradigmas como el enfoque semántico.

David Bordonada. Libelium. Responsable de Ecosistema y Desarrollo de Negocio

Libelium surge como una startup hace unos años y en la actualidad es una de las empresas referentes en el procesamiento de datos en el entorno de Internet de las Cosas (IoT). La aproximación a los datos desde la perspectiva de la ingeniería se considera de gran valor ya que es necesario disponer de conocimientos en toda la cadena de valor del dato, desde su adquisición hasta su procesamiento y posible aprendizaje. Según los responsables de Libelium el sector de las Telecomunicaciones tiene una gran brecha entre los puestos ofertados y la demanda que hay en el mercado para ellos. Este tipo de títulos ayudan a disminuir esa brecha de manera que puedan incorporarse en el mercado laboral de manera inmediata. En relación a los contenidos desde Libelium no se realiza ninguna reflexión significativa ni se detecta ninguna carencia a raíz de las conversaciones en las que les planteamos la estructura del Plan de Estudios en la que se estaba trabajando.

Otros profesionales del ámbito de los datos que han mostrado su apoyo y necesidad del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos han sido:

- Daniel Acuña Calviño (Director de Defensa y Seguridad, ISDEFE)
- Manuel Pérez Cortés (Director General de Defensa y Seguridad, GMV)
- Juan Carlos Espeso (Mobility Manager en Calidad Pascual)
- Juan Garrigosa de Sigmaringa (Head de B2G de ENDESA-X))
- Arturo Pérez de Lucía González (Director General de AEDIVE: Asociación Empresarial para el Desarrollo e Impulso del Vehículo Eléctrico)
- Pere Vila Fumás (Director de Planificación y e Innovación Tecnológica del Grupo Radiotelevisión Español, RTVE)
- Mikel Fernández Alzola (Director of Software Engineering, BQ)

La participación en el proceso de definición del Comité Asesor de la ETSIT-UPM, junto a esta última visión poliédrica del título propuesto desde los sectores de Salud, Telecomunicaciones, Transporte, Empresas Tecnológicas, Defensa, Redes Sociales, Energía, Automoción, obtenida después de análisis profundo y en primera persona con responsables de la actividad profesional

de los futuros egresados, avalan la bondad de su diseño y la oportunidad de su puesta en marcha.

2.3 Diferenciación de títulos dentro de la misma Universidad

Como se ha comentado en una sección anterior (2.1. Justificación del título), la formación de ingenieros de datos y sistemas supone un reto muy importante por la gran cantidad de tecnologías y disciplinas implicadas en todas las fases de la cadena de valor de los datos, y porque los proyectos a desarrollar tienen un carácter multidisciplinar muy marcado. La propuesta que se hace desde la ETSIT-UPM y ETSIST-UPM es la definición de un grado en ingeniería de datos que aborde de forma equilibrada todas las tecnologías implicadas en la cadena de valor de los datos. Consideramos que este equilibrio es muy importante para formar egresados flexibles capaces de adaptarse a proyectos multidisciplinarios que integran el amplio rango de tecnologías implicadas en la vida del dato.

Para comparar el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos propuesto en esta memoria de verificación con otros grados impartidos por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), se ha realizado un análisis detallado de los contenidos impartidos en los grados actuales que tienen una mayor relación con el grado propuesto. Se ha realizado una comparativa con los grados en Ingeniería de Telecomunicación, Ingeniería Informática, Matemáticas e Informática, y otro grado en ciencia de datos cuya memoria de verificación está en proceso de verificación.

Para llevar a cabo esta comparación se han definido un conjunto de ejes de análisis, asociando a cada eje la cantidad de contenidos impartidos (cuantificados en ECTS). El estudio se ha realizado con una granularidad a nivel de asignaturas, asignando la totalidad de créditos de cada asignatura a uno de los ejes definidos. Los ejes corresponden con las principales fases en la cadena de valor del dato:

1. **Adquisición de datos.** En este eje se incluyen asignaturas que abordan las tecnologías de adquisición de datos que van desde el diseño de sensores y las infraestructuras de captación de datos, hasta asignaturas que abordan conceptos básicos de señales.
2. **Sistemas de transmisión de datos y comunicaciones.** Este eje incluye los contenidos relacionados con las tecnologías para la transmisión de los datos y las comunicaciones entre los diferentes sistemas que forman una arquitectura distribuida de gestión y análisis de los datos.
3. **Sistemas de almacenamiento de datos.** Bajo este epígrafe se incluyen las asignaturas de diseño, gestión y mantenimiento de bases de datos tanto relacionales como no relacionales.
4. **Sistemas de procesamiento y gestión de datos.** En este eje se incluyen los contenidos relacionados con el procesamiento masivo de datos incluyendo desde asignaturas de programación, computación y sistemas operativos, hasta arquitecturas avanzadas para el procesamiento de datos masivos, tanto en la nube como en los nodos de captación de datos.
5. **Análisis y extracción de valor.** En esta dimensión se incluyen las asignaturas que abordan los algoritmos y tecnologías para el análisis de los datos, su visualización y la extracción de valor que permita la creación de servicios o la toma de decisiones.

6. Aplicaciones y proyectos de ingeniería de datos. En este eje se han analizado los contenidos que incluyen formación en el desarrollo de aplicaciones y proyectos reales de ingeniería de datos y sistemas que aborden casos de uso y problemas reales, haciendo uso de datos reales disponibles en los grupos de investigación de la ETSIT-UPM. Esta dimensión es un valor muy importante de la titulación que se propone en esta memoria.

Adicionalmente, se han considerado otras dimensiones adicionales que permiten dar una visión completa sobre cada una de las titulaciones. Las dimensiones adicionales consideradas en este análisis con las siguientes:

7. Optatividad. En este eje se incluye el número de créditos optativos definidos en la titulación.

8. Gestión empresarial y habilidades transversales. Bajo este epígrafe se incluyen los créditos correspondientes a los contenidos relacionados con la gestión empresarial (y emprendimiento) y las habilidades transversales como los aspectos éticos, sociales, legales o de medioambiente.

9. Conocimientos básicos. En este eje se incluyen los créditos asociados con las materias básicas definidas en cada titulación.

En total, se han definido nueve ejes de análisis. Para cada titulación, se han calculado los créditos asociados a cada eje sumando un total de 222 ECTS. Los 18 ECTS restantes, hasta los 240 ECTS, corresponden a las asignaturas de Inglés (6 ECTS) y Trabajo Fin de Grado (12 ECTS) que son comunes a todos los grados de la UPM.

Comparativa con los grados en Ingeniería de Telecomunicación

En este primer análisis se ha comparado el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos (GIDS) con el Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación (GITST-T), en la especialidad de Telemática, impartido por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación (ETSIT), y el Grado en Ingeniería Telemática (GIT) impartido por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación (ETSIST). En la Figura 1 se pueden ver las representaciones asociadas a estas tres titulaciones en los nueve ejes considerados.

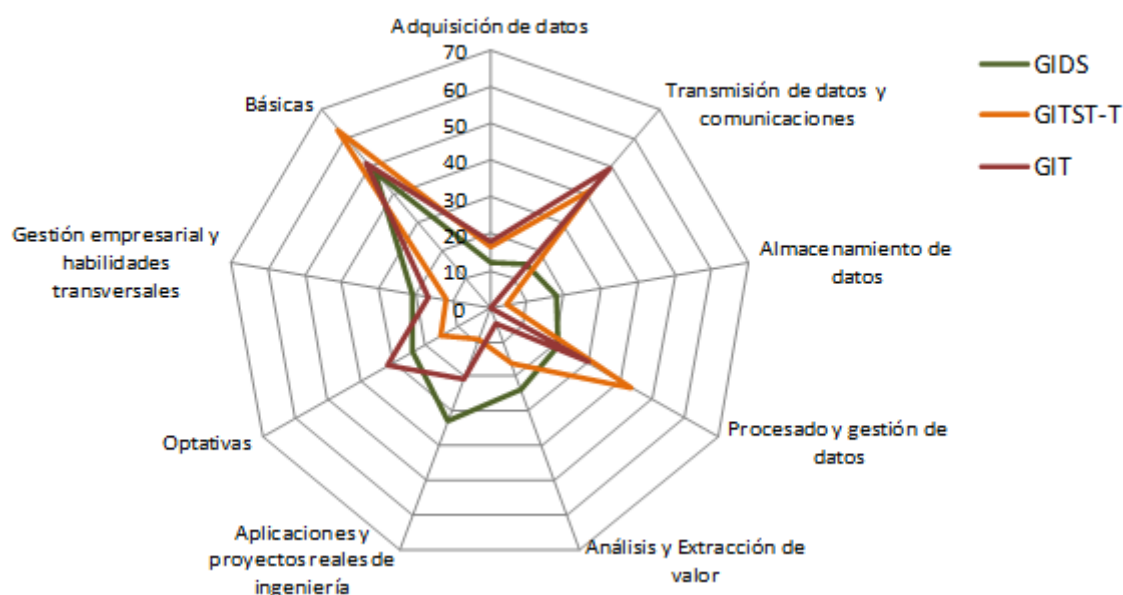


Figura 1. Comparativa con los grados en Ingeniería de Telecomunicación

Como se puede observar, aunque todos los grados tienen un número de ECTS similar para contenidos básicos (~50 ECTS), los dos grados en Ingeniería de Telecomunicación (GITST-T y GIT) hacen un mayor hincapié en las tecnologías de adquisición, transmisión, procesado y gestión de datos, pero no abordan las tecnologías de almacenamiento de datos, su análisis, extracción de valor o su aplicación en proyectos reales de ingeniería de datos. El grado propuesto en esta memoria (GIDS) ofrece una formación equilibrada en todas las tecnologías implicadas en el ciclo de vida del dato, haciendo un especial énfasis en las aplicaciones y proyectos reales de ingeniería de datos.

Finalmente, cabe comentar que el grado propuesto (GIDS) es el que mayor número de créditos dedica a asignaturas de gestión empresarial y habilidades transversales, preparando a los egresados con una mejor formación transversal.

Se ha realizado un análisis detallado a nivel de asignaturas para calcular el número de ECTS diferentes que tiene el grado propuesto (GIDS) en relación con los grados en Ingeniería de Telecomunicación. La Tabla 6 incluye la diferencia en ECTS sin considerar las asignaturas optativas, observando diferencias superiores a 90 ECTS en todos los casos.

Tabla 6. Diferencia en ECTS con los grados en Ingeniería de Telecomunicación.

	GITST-T	GIT
ECTS diferentes del GIDS	105	114

Comparativa con los grados en Ingeniería Informática

En segundo lugar, se ha comparado el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos (GIDS) propuesto con los grados en ingeniería informática siguientes: los Grados en Ingeniería Informática (GII) y Matemáticas e Informática (GMI) de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos (ETSIINF) y los Grados en Tecnologías para la Sociedad de la Información (GTSI) y en Sistemas de

Información (GSI) de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos (ETSI SI). En la Figura 2 se pueden ver las representaciones asociadas a estas cuatro titulaciones en los nueve ejes considerados.

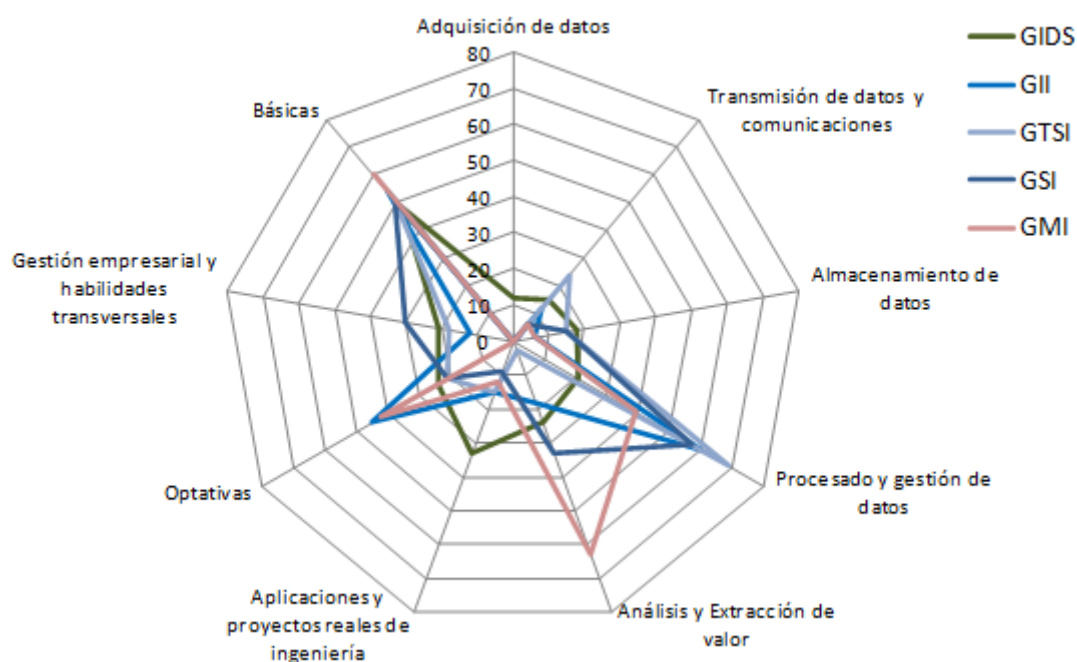


Figura 2. Comparativa con los grados en Ingeniería Informática

De forma similar a lo que se veía en la comparación anterior, los grados actuales en ingeniería informática (GII, GTSI, GSI y GMI) se focalizan en las tecnologías concretas de un subconjunto de etapas en la cadena de valor de los datos. En este caso concreto, el foco está situado en las tecnologías de procesado y gestión de datos, no abordando otros aspectos igual de importante como la adquisición, transmisión o almacenamiento de los datos, o el desarrollo de aplicaciones y proyectos reales de ingeniería de datos. El grado propuesto en esta memoria resuelve este exceso de focalización ofreciendo una formación completa en todas las tecnologías implicadas en la cadena de valor del dato.

En el caso del Grado en Matemáticas e Informática (GMI) el foco se hace tanto en el procesado y gestión de datos como en el análisis y extracción de valor. En este grado, se incluyen asignaturas de análisis de datos con una fuerte componente matemática, pero no abordan contenidos sobre las tecnologías de adquisición, transmisión y almacenamiento de datos, ni incluyen contenidos relacionados con aplicaciones y proyectos de ingeniería de datos.

Al igual que ocurría en la comparación anterior, el grado propuesto (GIDS) es el que mayor número de créditos dedica a asignaturas de gestión empresarial y habilidades transversales.

Como en el caso anterior, se ha calculado el número de ECTS diferentes que tiene el grado propuesto (GIDS) en relación con los grados en Ingeniería Informática. La Tabla 7 incluye la diferencia en ECTS sin considerar las asignaturas optativas, observando diferencias superiores a 90 ECTS en todos los casos.

Tabla 7. Diferencia en ECTS con los grados en Ingeniería Informática.

	GII	GTSI	GSI	GMI
ECTS diferentes del GIDS	111	105	93	141

3 Competencias

3.1 Competencias básicas y generales

Las competencias básicas son aquellas que son comunes a todos los títulos del mismo nivel MECES y vienen establecidas en el Anexo I apartado 3.2 (Grado) por el Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, que modifica el RD 1393/2007, de 29 de octubre, de Ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.

Tabla 8. Competencias básicas del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Código	Descripción
CB1	Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
CB2	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
CB3	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
CB4	Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
CB5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

Las competencias generales son las que deben adquirir todos los egresados de títulos de Grado impartidos por la Universidad Politécnica de Madrid, si bien están adaptadas al contexto de la ingeniería de datos. Estas competencias se establecen en los documentos “Nuevas Titulaciones de Grado y Máster aprobadas, y su adscripción a los Centros de la Universidad, al amparo del RD 1393/2007 de ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales” y “Requisitos y Recomendaciones para la Implantación de Planes de Estudio en la Universidad Politécnica de Madrid” aprobados por el Consejo de Gobierno de la UPM. En la siguiente tabla, se incluyen las competencias generales del egresado del Grado

Tabla 9. Competencias generales del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Código	Descripción
CG1	Tener capacidad de trabajar en entornos internacionales y multidisciplinares, haciendo uso de la lengua inglesa en forma oral y escrita.
CG2	Desarrollar la capacidad de trabajar en equipo empleando metodologías ágiles para diseñar soluciones eficientes, fiables y robustas.
CG3	Ser capaz de Explicar explicar de forma oral o escrita las soluciones planteadas para la resolución de un problema.
CG4	Saber identificar y utilizar las herramientas de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones más adecuadas para plantear y construir soluciones a problemas.
CG5	Tener la capacidad de concebir y proponer soluciones creativas aplicando los métodos científico y de ingeniería para la definición y resolución de problemas formalizando los objetivos buscados y considerando los recursos disponibles.

CG6	Poseer la habilidad para Liderar liderar equipos multidisciplinares para diseñar y construir sistemas que den respuesta a proyectos de ingeniería, dentro de un equipo organizando, planificando, tomando decisiones, negociando y resolviendo conflictos.
CG7	Saber cómo Organizarorganizar, planificar y gestionar proyectos de ingeniería, proponiendo soluciones adecuadas e identificando los riesgos, la calidad y el impacto económico.
CG8	Ser capaz de Analizar analizar el impacto medioambiental y social de un proyecto de ingeniería.
CG9	Desarrollar la capacidad de aprendizaje a lo largo de la vida (<i>lifelong learning</i>) para adaptarse a un sector tecnológico en continua evolución.
CG10	Desarrollar la capacidad de proponer e implementar soluciones y proyectos orientados a retos sociales basados en la responsabilidad social corporativa (RSC) y en los objetivos de desarrollo sostenible (ODS).
CG11	Ser capaz de trabajar respetando de manera responsable el marco ético en el ámbito de la titulación.

3.2 Competencias específicas

La Tabla 10 recoge las competencias específicas del Graduado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Tabla 10. Competencias específicas del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

<i>Código</i>	<i>Descripción</i>
CE1	Emplear los conceptos y las herramientas fundamentales de la matemática para formalizar y resolver los problemas en el ámbito de la titulación.
CE2	Emplear los conceptos y las herramientas de la estadística para modelar el comportamiento de sistemas complejos o aleatorios y construir y contrastar modelos probabilísticos.
CE3	Conocer la estructura y funcionamiento de organizaciones empresariales y de emprendimiento para desarrollar nuevos modelos de negocio basados en la economía de los datos, teniendo en cuenta aspectos de toma de decisiones y negociación.
CE4	Comprender los conceptos y tecnologías del ámbito de la ingeniería de la telecomunicación para su aplicación en cualquier sector (eHealth, business intelligence, smart cities, etc.) incorporando aspectos técnicos, de negocio y de gestión.
CE5	Entender el ciclo de vida completo del dato para definir los requisitos e identificar los riesgos de un proyecto de ingeniería de datos y sistemas, en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación.
CE6	Construir la infraestructura necesaria para la generación, transformación y transmisión de datos de cualquier fuente, volumen o velocidad.
CE7	Conocer, desplegar, configurar y utilizar infraestructuras de computación conectadas de altas prestaciones para el almacenamiento y tratamiento de datos, en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación, tanto en la nube como en sistemas locales y centros de procesado de datos.
CE8	Diseñar y desplegar infraestructuras virtualizadas y redes definidas por software para la comunicación, almacenamiento y tratamiento de datos.
CE9	Conocer y aplicar las características, funcionalidades y estructura de Internet y las redes de ordenadores para construir infraestructuras e integrar aplicaciones telemáticas y servicios.
CE10	Conocer la arquitectura web para construir sistemas, aplicaciones y servicios telemáticos, interconectados y multiplataforma.
CE11	Diseñar y operar sistemas de almacenamiento y transmisión de datos teniendo en cuenta estrategias y requisitos de seguridad y privacidad, políticas de acceso a los datos, con capacidad de prever ataques y subsanar vulnerabilidades.

CE12	Conocer y diseñar los procedimientos para seleccionar, limpiar y transmitir datos relevantes de una forma fiable y eficiente.
CE13	Conocer los fundamentos de las técnicas de aprendizaje automático y de visualización de datos y aplicarlos a la ingeniería de datos y sistemas en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación.
CE14	Aplicar las técnicas de tratamiento de señales analógicas y digitales para preservar y extraer la información relevante de las señales en la fase de adquisición y generación de datos.
CE15	Diseñar, implementar y desplegar sistemas conectados y servicios de valor añadido para la economía digital, en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación.
CE16	Diseñar, construir e integrar sistemas electrónicos de captura de datos que incluyan la gestión de redes de sensores, teniendo en cuenta restricciones de seguridad, fiabilidad, interacción y eficiencia energética.
CE17	Conocer y utilizar los fundamentos de la programación, sistemas operativos, bases de datos, tecnología web y las redes y servicios de telecomunicación en proyectos de ingeniería de datos y sistemas.
CE18	Gestionar, supervisar y evaluar proyectos de ingeniería de datos y sistemas en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación.
CE19	Entender los conceptos y metodologías de teoría de sistemas desde la captura de requisitos y definición de indicadores clave de rendimiento hasta el enfoque sociotécnico del sistema en su conjunto, incluyendo análisis de riesgos tecnológicos.
CE20	Que los estudiantes tengan la capacidad de llevar a cabo un ejercicio original a realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto multidisciplinar de estudio o diseño de un sistema, aplicación o servicio de ingeniería de datos y sistemas en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería de Telecomunicación de naturaleza profesional en el que se sintetizen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas.
CE21	Conocer y aplicar de manera adecuada la normativa, legislación y regulaciones relativas a los sistemas y servicios específicos de la titulación, así como las especificaciones, estándares y directivas técnicas en función de las características, los requisitos y la funcionalidad que deban implementarse.

3.3 Competencias transversales

No completar.

4 Acceso y admisión de estudiantes

4.1 Sistemas de Información previa a la Matriculación

La Universidad Politécnica de Madrid (UPM) difunde información sobre las titulaciones que en ella se pueden seguir por diversos medios: en el servidor web de la UPM (<http://www.upm.es>) o mediante visitas de orientación universitaria, impartición de conferencias y distribución de información impresa en Centros de Enseñanza Media, asociaciones, ferias y salones de estudiantes.

Las dos Escuelas que impartirán el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos realizan multitud de actividades a lo largo del curso académico para informar a potenciales nuevos estudiantes sobre las titulaciones impartidas. Estas actividades incluirán este nuevo título de Grado.

Actividades de información previa de la ETSIT-UPM

Además, la ETSIT-UPM viene realizando durante los últimos cursos, y tiene intención de seguir haciéndolo con la nueva titulación, una serie de actividades encaminadas a informar a los potenciales futuros estudiantes de las características de la titulación y del proceso de admisión y matriculación. Estas actividades son coordinadas por un miembro del equipo directivo, el “Subdirector de Promoción y Extensión Universitaria”, responsable y dedicado a estas tareas. El Subdirector lidera un equipo de profesores y estudiantes que dan apoyo a las actividades de promoción, asesorando a los asistentes en las Jornadas de Puertas Abiertas y apoyando las siguientes actividades de promoción.

Con el fin de promocionar las titulaciones de la ETSIT-UPM, durante el curso 18/19 se han realizado las siguientes actividades:

- Visitas a más de 20 centros de Bachillerato por parte de profesores de la ETSIT-UPM.
- Organización de 7 Jornadas de Puertas Abiertas, a las que han asistido más de 700 personas y en las que han participado más de 40 estudiantes y profesores de la ETSIT-UPM en su organización.
- Participación en la feria AULA 2018.
- Participación en el concurso Robocampeones, a través de la organización de talleres a los que han asistido más de 300 estudiantes de colegios e institutos.
- Participación en el Programa 4ºESO+Empresa, con la asistencia de más de 100 estudiantes de 4ºESO durante 3 días a distintos talleres organizados en la ETSIT-UPM.
- Organización de la II Edición del programa Descubre las TIC, iniciativa que engloba dos concursos para el fomento de vocaciones tecnológicas (grabación de videos en 360º y hackaton de desarrollo de aplicaciones): <https://descubre.etsit.upm.es/>
- Mantenimiento y actualización de contenidos del portal de Futuros Alumnos de la ETSIT-UPM: <https://futurosalumnos.etsit.upm.es/>
- Lanzamiento del curso de verano de iniciación a la ingeniería para alumnos de Bachillerato, en una iniciativa denominada Lanzadera Digital: <https://lanzadera.etsit.upm.es/>.
- Puesta en marcha del Programa Voluntarios ETSIT-UPM, en los que alumnos de la Escuela visitan sus centros de procedencia para explicar su experiencia en la Escuela y participan en la organización de demostraciones prácticas.

Actividades de información previa de la ETSIST-UPM

Por su parte, la ETSIST-UPM coordina las actividades de promoción a través de la Subdirección de Relaciones Externas y la Subdirección de Calidad y Alumnos, siendo las actividades más relevantes durante el curso 18/19, las siguientes:

- Visitas a más de 10 centros de Bachillerato por parte de profesores de la ETSIST-UPM.
- Organización de 3 Jornadas de Puertas Abiertas, a las que han asistido más de 300 personas y en las que han participado más de 50 estudiantes y profesores de la ETSIST-UPM en su organización.
- Participación en la feria AULA 2019.
- Participación en la Semana de la Ciencia 2018 , a través de la organización de talleres a los que han asistido más de 100 estudiantes de colegios e institutos y familias.
- Participación en la organización IV Congreso Científicate en el Campus Sur, iniciativa que engloba el fomento de vocaciones científicas entre alumnos de 4º de la ESO y Bachillerato.
- Coordinación y participación en el Campus “Engineering Girl”, dentro del proyecto “Quiero ser ingeniera” en el que participa la UPM. En este Campus participan más de 50 niñas de Bachillerato en distintos talleres en la ETSIST para el fomento de vocaciones tecnológicas.
- Fomento de vocaciones tecnológicas femeninas mediante la realización del cuadernillo explicando nuestras titulaciones, como el que fue presentado en marzo del 2019: Telc@s en los dos extremos del cable
- Participación en las Ferias de empleo y formación de Vallecas y Rivas-Vaciamadrid.

Perfil de ingreso del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos

El alumno de nuevo ingreso deberá tener:

- Buenos conocimientos de matemáticas y física
- Conocimientos de informática a nivel de usuario
- Conocimientos de lengua inglesa hablada y escrita

Las capacidades que debe poseer un alumno de nuevo ingreso son:

- Interés por las tecnologías de la información y las comunicaciones
- Facilidad para aplicar conocimientos y técnicas a problemas prácticos
- Capacidad de organización y de trabajo en grupo
- Curiosidad, constancia y capacidad de adaptación.
- Capacidad de abstracción y deducción
- Capacidad de observación, análisis y síntesis

Se recomienda que los alumnos accedan con un nivel de inglés equivalente a un B2 según el Marco Europeo de Referencia para las Lenguas, dado que parte de la docencia se impartirá en inglés, y el uso de materias, textos, ejercicios, etc. será en dicha lengua de forma habitual.

NORMATIVA DE PERMANENCIA DE LA UPM

La “Normativa de Regulación de la Permanencia de los Estudiantes de la Universidad Politécnica de Madrid” a efectos de la presente Titulación se resume en:

1. El estudiante que se matricule por primera vez en el primer curso de estudios de Grado que se imparten en la Universidad Politécnica de Madrid, para poder continuar los mismos tendrá que aprobar al menos 6 créditos ECTS de materias obligatorias de ese primer curso.

2. No obstante lo anterior, el alumno que no apruebe en su primer curso los referidos 6 créditos ECTS, podrá elegir según conviniese a sus intereses, entre:

a) Acceder por una sola vez a los estudios de grado de otra titulación de las que se impartan en la UPM, cumpliendo los requisitos exigidos a los alumnos de nuevo ingreso. En tal caso para continuar esos estudios deberá aprobar al menos 12 créditos ECTS de materias obligatorias de primer curso. Teniendo en cuenta que de no cumplir esta condición no podrá proseguir estudios en la Universidad Politécnica de Madrid.

b) Quedarse por una sola vez un curso más en la titulación inicial. En tal caso para continuar estudios deberá aprobar al menos 12 créditos ECTS de materias obligatorias de primer curso. Teniendo en cuenta que de no cumplir esta condición no podrá proseguir estudios en la Universidad Politécnica de Madrid.

3. Cuando un alumno se haya encontrado en una o varias situaciones excepcionales (enfermedad grave, maternidad, estar reconocido como deportista de Alto Nivel o cualquier otra que así sea considerada) que le hubiesen impedido un normal desarrollo de los estudios, podrá invocar dicha situación o situaciones presentando escrito, según modelo que se establezca, ante la Comisión de Gobierno de su Centro, adjuntando los justificantes que acrediten una o varias causas excepcionales. A la vista de los documentos, el Vicerrector con competencias en esta materia comprobará si se trata de alguna de las situaciones excepcionales descritas en este punto y en tal caso resolverá no computar el año académico en curso a efectos de permanencia en la Universidad Politécnica de Madrid. En caso contrario se denegará la aplicación de este precepto. Será requisito imprescindible para aceptar, en su caso, las alegaciones del alumno, que éste hubiese renunciado expresamente a realizar exámenes durante el resto del curso, lo que podrá efectuar en el modelo que se establezca. La referida solicitud deberá presentarse antes del mes mayo, salvo que la causa o causas hubiesen surgido más tarde, lo que deberá ser debidamente probado. En todo caso, la aplicación del presente artículo no supondrá en ningún caso anulación de matrícula.

4. A los alumnos procedentes de otras universidades y con independencia de las reglas de permanencia que les hubiesen sido aplicadas en su universidad de origen, les será analizado su expediente académico a la luz de las presentes normas y solo si resultan cumplidas o están en proceso de cumplimiento podrán ser admitidos definitivamente.

5. La presente Normativa de Permanencia no será de aplicación, y se entenderá que se ha consolidado el derecho a permanecer, en los siguientes supuestos:

a) Alumnos que acrediten tener aprobadas tres asignaturas de primer curso, en estudios universitarios de planes anteriores no estructurados en créditos.

b) Alumnos que acrediten tener superados un 60 % de los créditos de materias troncales u obligatorias de primer curso, en estudios universitarios de planes estructurados en créditos anteriores a la entrada en vigor del RD 1393/2007.

c) Alumnos que acrediten tener superados 6 créditos europeos de materias obligatorias de primer curso, en estudios de grado.

6. Excepcionalmente para aquellos alumnos que, por la aplicación de la presente normativa, no puedan continuar estudios en la Universidad Politécnica de Madrid, en los que su rendimiento académico hubiese sido disminuido por causas especiales, el Rector Magnífico podrá autorizar que continúe estudios en una titulación de Grado en la que no se hubiese cubierto el cupo de oferta, debiendo ineludiblemente cumplir los requisitos para permanecer el curso corriente.

4.2 Requisitos de Acceso y Criterios de Admisión

El acceso a los estudios de Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos se regirá por el Real Decreto 412/2014, de 6 de junio, por el que se establece la normativa básica de los procedimientos de admisión a las enseñanzas universitarias oficiales de Grado. y vendrá regulado por la “Normativa de Admisión”, aprobada por el Consejo de Gobierno de la UPM en su sesión de 31 de mayo de 2018, y a efectos del presente Título se resume en:

1. Quienes se encuentren en posesión del Título de Bachiller accederán a la Universidad mediante la superación de una prueba, según lo previsto en los artículos 37 y 50.2 de la Ley Orgánica de Educación 2/2006, de 3 de mayo, modificados por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre. Ref. BOE-A-2013-12886 y por la disposición final 24.1 de la Ley 2/2011, de 4 de marzo. Ref. BOE-A-2011-4117.

2. Los estudiantes procedentes de sistemas educativos de los estados miembros de la Unión Europea o de otros estados con los que España tiene acuerdos internacionales, deberán cumplir los requisitos exigidos en sus respectivos países para el acceso a la Universidad, según lo previsto en el artículo 38.5 de la Ley Orgánica de Educación 2/2006, de 3 de mayo, modificado por Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre.

3. A los estudiantes procedentes de otros sistemas educativos extranjeros se les exigirá la homologación del título de origen al Título de Bachiller español.

4. Para quienes se encuentren en posesión del título de Técnico Superior, correspondiente a las enseñanzas de Formación Profesional y Enseñanzas Artísticas, o de Técnico Deportivo Superior, correspondiente a las Enseñanzas Deportivas, se les aplicarán los artículos 44, 53 y 65 de la Ley Orgánica de Educación 2/2006, de 3 de mayo, modificados por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre y por la disposición final 24.4 y 5 de la Ley 2/2011, de 4 de marzo.

5. Los mayores de 25 años deberán cumplir lo previsto en la disposición adicional vigésima quinta de la Ley Orgánica de Universidades 6/2001, de 21 de diciembre, modificada por la Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril.

6. A quienes acrediten experiencia laboral o profesional se les aplicará lo previsto en el artículo 42.4 de la Ley Orgánica de Universidades 6/2001, de 21 de diciembre, modificada en la Ley 4/2007, de 12 de abril.

7. A los mayores de 45 años se les aplicará lo previsto en el artículo 42.4 de la Ley Orgánica de Universidades 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades, modificada en la Ley 4/2007, de 12 de abril.

Por la vía de traslado a un Centro de la UPM, podrá solicitar acceso todo estudiante a quien la Comisión de Reconocimiento y Transferencia de Créditos le haya reconocido un mínimo de 30 ECTS de materias básicas u obligatorias de la misma rama de conocimiento, en la titulación de Grado de la UPM para la que solicite acceso, siempre que el cupo no esté completo. No obstante, también se podrá concurrir al proceso de traslado en titulaciones similares que, en función de la universidad donde se impartan, puedan estar adscritas a ramas de conocimiento diferentes.

No existen pruebas específicas de acceso al Título.

NORMATIVA DE ADMISIÓN DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

TÍTULO PRELIMINAR

Artículo 1. Objeto y ámbito de aplicación

El objeto de la presente normativa es la regulación de los procedimientos que se deben seguir para la admisión de estudiantes en cualquiera de las titulaciones impartidas por la Universidad Politécnica de Madrid en Planes de Estudios de titulaciones de Grado y de Máster Universitario regulados por RD 1393/2007 modificado por RD 861/2010.

Artículo 2. Admisión en la Universidad

Se establecen vías diferenciadas para determinar las condiciones y requisitos de admisión a los diferentes estudios de la Universidad.

El calendario se establecerá y publicará para cada curso académico, con antelación suficiente.

Publicadas las listas de admitidos en los distintos procedimientos de admisión, que podrán consultarse en la web de la Universidad, los interesados podrán presentar alegaciones en el plazo indicado en el correspondiente procedimiento.

Contra la resolución definitiva de admitidos solo cabrá recurso potestativo de reposición o la interposición directa de Recurso Contencioso Administrativo, ante la Jurisdicción competente.

Artículo 3. Cupos reservados

Los cupos para los diferentes grupos con derecho a reserva de plaza en preinscripción de acuerdo con la legislación vigente, se publicarán anualmente en cada convocatoria.

En cualquier caso, en todas las titulaciones oficiales de la UPM, y en cada convocatoria de admisión, se establecerá un cupo del 5% de las plazas reservadas a los estudiantes que tengan reconocida alguna circunstancia de discapacidad, según lo recogido en la legislación vigente. La discapacidad se acreditará con la documentación extendida a tal efecto por el órgano competente de la Comunidad Autónoma correspondiente.

TÍTULO I

ADMISIÓN A ESTUDIOS DE GRADO

Capítulo 1

ADMISIÓN AL PRIMER CURSO DE TITULACIONES DE GRADO A TRAVÉS DEL PROCESO DE PREINSCRIPCIÓN

Se incluyen en esta vía los estudiantes procedentes del Preuniversitario, Formación Profesional, Pruebas de Acceso a estudios universitarios (COU, LOGSE, LOE y LOMCE), así como titulados universitarios o equivalentes válidos para el acceso y estudiantes de Sistemas Educativos Extranjeros que reúnan los requisitos establecidos en la legislación vigente para acceder a la Universidad.

Artículo 4. Preinscripción y Lista de espera

4.1. En preinscripción, se podrá solicitar plaza para iniciar estudios universitarios por la vía de acceso que proceda, en los plazos y según el procedimiento que se establezcan en el Distrito Único de Madrid.

4.2. Los criterios de admisión, por esta vía, a estudios oficiales de Grado impartidos por las Universidades Públicas de la Comunidad de Madrid se acordarán con carácter anual y se publicarán con anterioridad al comienzo del proceso de preinscripción.

4.3. Si un solicitante resulta admitido en dos o más titulaciones sólo podrá formalizar matrícula en una de ellas y por una sola vía.

4.4. Independientemente de la presentación de los recursos derivados de los posibles errores producidos en el proceso de preinscripción, quienes, a la vista de las respectivas notas de corte, deseen ser incluidos en la lista de espera para poder optar a matricularse en un Grado impartido por la UPM que hubiere señalado con prioridad al adjudicado al cumplimentar el formulario de preinscripción, deberán solicitarlo al Vicerrectorado de Alumnos y EU por vía telemática en el calendario que se establezca para cada curso académico.

La lista de espera se resolverá una vez cerrado el plazo de matriculación para estudiantes de nuevo ingreso.

Resuelta la adjudicación de plazas de la lista de espera, la relación de admitidos se publicará, en la web de la UPM así como en el Vicerrectorado de Alumnos y EU y en los respectivos Centros de la UPM.

Capítulo 2

ADMISIÓN CON ESTUDIOS UNIVERSITARIOS EXTRANJEROS

Artículo 5. Procedencia

Se incluyen en esta vía los solicitantes con estudios universitarios extranjeros, parciales o totales que no hayan obtenido la homologación de su título en España, (R.D. 412/2014, de 6 de junio), con resolución favorable de reconocimiento de créditos por la UPM.

Artículo 6. Solicitud de admisión

Los solicitantes incluidos en este procedimiento, deberán formalizar la solicitud en el Vicerrectorado de Alumnos y EU de la UPM, en el calendario que se establezca para cada curso académico.

Artículo 7. Requisitos

7.1. La solicitud de admisión sólo será tomada en consideración si se aporta la resolución favorable de reconocimiento de un mínimo de 30 créditos, de materias básicas u obligatorias de la misma rama de conocimiento, en la titulación de Grado de la UPM solicitada, de conformidad con el R.D. 412/2014, de 6 de junio, que regula el acceso a estudios universitarios oficiales de grado.

7.2. Las solicitudes de reconocimiento de créditos deberán tener entrada en los Centros según el calendario que se establezca para cada curso académico.

Artículo 8. Cupo

El cupo de admisión por esta vía será, al menos, el 2% del cupo total ofertado por la UPM para iniciar los mismos estudios por la vía de la preinscripción, si bien el Consejo de Gobierno de la Universidad podrá fijar un porcentaje mayor. La preselección de candidatos se fijará según el número de créditos reconocidos por la UPM.

Artículo 9. Prueba de idioma

En todo caso, los estudiantes cuyo idioma no sea el español deberán aprobar, con carácter previo a la formalización de su matrícula, el examen de este idioma convocado por la UPM.

Artículo 10. Listas de admitidos

La lista de estudiantes admitidos será publicada en el Vicerrectorado de Alumnos y EU, en el plazo que se establezca para cada curso académico.

Capítulo 3

ADMISIÓN A UN TÍTULO DE GRADO POR TRASLADO

Artículo 11. Requisitos

Podrá solicitar acceso, por la vía de traslado a un Centro de la UPM, todo estudiante a quien la Comisión de Reconocimiento y Transferencia de Créditos le haya reconocido un mínimo de 30 créditos de materias básicas u obligatorias de la misma rama de conocimiento, en la titulación de Grado de la UPM para la que solicite acceso. No obstante, también se podrá concurrir al proceso de traslado en titulaciones similares que, en función de la universidad donde se impartan, puedan estar adscritas a ramas de conocimiento diferentes.

Artículo 12. Presentación de la solicitud

12.1. Los estudiantes incluidos en este procedimiento deberán presentar una única solicitud en el Vicerrectorado de Alumnos y EU de la UPM en el calendario que se establezca para cada curso académico.

12.2. La solicitud que se presente sólo podrá referirse a una única titulación de la UPM y se acompañará de los documentos acreditativos originales recogidos en el artículo siguiente, expedidos como máximo un mes antes de su presentación o, en su defecto, de fotocopias compulsadas de los mismos.

Artículo 13. Documentación a presentar

a) Impreso de solicitud.

b) Documento que acredite la calificación que permitió al estudiante su primer acceso a los estudios universitarios y el año en el que se obtuvo.

c) Certificado de estudios universitarios que acredite la fecha de incorporación a la Universidad de origen y las asignaturas que tiene aprobadas en su Centro de origen, así como la nota media ponderada, según dispone el Real Decreto 1125/2003, de 5 de septiembre.

Los estudiantes de la UPM no estarán obligados a presentar dicho certificado.

d) Plan de Estudios.

En el caso de no presentarse la documentación completa, se requerirá al interesado para que, en un plazo de diez días naturales, subsane las faltas o acompañe los documentos preceptivos, indicándole que si no lo hiciera se le tendrá por desistido de su petición, archivándose la solicitud sin más trámite.

Artículo 14. Cupos

Como norma general, el Consejo de Gobierno de la UPM fijará, a propuesta de cada Centro receptor y para cada titulación de Grado que en él se imparta, un cupo de traslado para estudiantes que procedan de otras titulaciones.

Artículo 15. Criterios de selección

15.1. La obtención de plaza estará condicionada a que se alcance como mínimo la puntuación exigida en función de la oferta y la demanda.

15.2. Las plazas ofertadas, en su caso, se adjudicarán por aplicación de la siguiente fórmula:

$$P = 0,70 Na + Cm + 3 Rm$$

donde:

Na es la nota obtenida en la fase general o bloque obligatorio de las pruebas de acceso a la universidad o de ciclo formativo de grado superior o equivalente.

Cm es la nota media del expediente de los estudios superados en la universidad de origen, de 5 a 10 puntos.

Rm es el rendimiento temporal medio en los estudios previos y se obtendrá mediante $rmTTR =$

Tt es el tiempo teórico, en cursos académicos, necesario para aprobar los créditos que se han superado; es decir, el número total de ECTS superados dividido entre el número de ECTS anuales de su plan de estudios.

Tr es el tiempo real transcurrido, en cursos académicos, para aprobar los créditos superados; es decir, el tiempo desde que se matriculó por primera vez en la titulación de origen, hasta el curso académico en el que superó su última asignatura.

15.3. Las plazas disponibles se adjudicarán por orden de puntuación entre los solicitantes, previa aplicación de lo dispuesto en el punto 1 de este artículo.

15.4. Si el número de plazas demandadas supera al de ofertadas, y a petición del Centro que imparte la titulación de Grado, el Vicerrectorado de Alumnos y EU podrá autorizar la realización

de una prueba específica en el calendario establecido en el Anexo III de esta Normativa, que será computada de acuerdo a la siguiente expresión:

$$P = 0,70 Na + Cm + 3 Rm + Npe$$

siendo Npe la nota de la prueba específica valorada entre 0 y 10.

15.5. Los profesores y personal de administración y servicios de la UPM podrán acceder a los estudios contemplados en este capítulo sin necesidad de someterse a una prueba y sin consumir cupo, siempre que cumplan los requisitos de titulación exigibles.

Artículo 16. Publicación de admitidos

16.1. En las fechas recogidas en el calendario establecido para el curso académico, el Vicerrectorado de Alumnos y EU publicará las relaciones nominales de admitidos por traslado en cada uno de sus Centros, con indicación de la puntuación alcanzada, que será remitida a cada Centro.

16.2. La publicación de dichas listas tendrá carácter de notificación y supondrá la autorización para que el interesado pueda formalizar matrícula en el Centro asignado.

TÍTULO II

ADMISIÓN A ESTUDIOS DE MÁSTER UNIVERSITARIO

Artículo 17. Organización de la oferta de máster universitario

17.1 La normativa de Matriculación de la Universidad Politécnica de Madrid organiza la oferta formativa de máster universitario en dos Anexos:

Anexo I, en el que se recogen los másteres universitarios que habilitan para el ejercicio de profesión regulada, así como otros másteres que sustituyen a antiguas titulaciones de segundo ciclo.

Anexo II, el resto de másteres universitarios.

Artículo 18. Acceso

18.1 El Vicerrectorado de Estrategia Académica e Internacionalización es el encargado de verificar que se cumplen los requisitos de acceso de todos los solicitantes preinscritos en sus programas de Máster Universitario.

18.2 Las titulaciones oficiales de máster ofrecidas de manera conjunta con otras instituciones de educación superior nacionales o extranjeras se ajustarán en su calendario específico y regulaciones de acceso y admisión a lo establecido en el correspondiente título y convenio.

18.3 En todas las titulaciones de Máster Universitario incluidas en el Anexo I de la Normativa de Matriculación, la UPM contemplará las siguientes vías para el acceso de los graduados:

Vía de acceso A: Egresados de la UPM en titulaciones de Grado desde las que se permite el acceso a la titulación de Máster. Esta vía de acceso a su vez podrá subdividirse en las dos siguientes:

Vía de Acceso A1: Egresados de la UPM en la titulación o titulaciones de grado que se hubieran utilizado como referentes para el diseño del plan de estudios del máster universitario.

Vía de acceso A2: Egresados de la UPM en titulaciones de grado desde las que se contemple acceso a los correspondientes estudios del Máster en la Orden Ministerial que establezca sus requisitos para la verificación o en el Acuerdo del Consejo de Universidades en el que se establezcan recomendaciones para su verificación.

Vía de acceso B: Egresados de universidades, nacionales o extranjeras, en titulaciones de Grado desde las que se permite el acceso a la titulación de Máster. Esta vía de acceso a su vez podrá subdividirse en las dos siguientes:

Vía de acceso B1: Egresados de las universidades públicas en titulaciones de grado y desde las que se contemple acceso a los correspondientes estudios del Máster en la Orden Ministerial que establezca sus requisitos para la verificación o en el Acuerdo del Consejo de Universidades en el que se establezcan recomendaciones para su verificación.

Vía de acceso B2: Egresados de las universidades privadas en titulaciones de grado y desde las que se contemple acceso a los correspondientes estudios del Máster en la Orden Ministerial que establezca sus requisitos para la verificación o en el Acuerdo del Consejo de Universidades en el que se establezcan recomendaciones para su verificación.

Vía de acceso C: Egresados en titulaciones de Grado, cursadas en universidades nacionales o extranjeras, desde las que no se permite el acceso directo a la titulación de Máster.

18.4 El acceso para titulados de planes anteriores al R.D. 1393/2007 deberá tener en cuenta las siguientes premisas dependiendo, por un lado, del máster al que se pretende acceder y, por otro, de la titulación de acceso:

a) El acceso a las titulaciones de Máster Universitario incluidas en el Anexo I de la Normativa de Matriculación, de:

a. Arquitectos Técnicos, Ingenieros Técnicos o Diplomados que hubieran obtenido su condición cursando titulaciones cuyo plan de estudios hubiera sido elaborado con anterioridad a la entrada en vigor del R.D. 1393/2007 requerirá, en el caso de que exista alguna Orden Ministerial que regule el acceso desde titulaciones de Grado que habiliten para el ejercicio de las atribuciones profesionales de Arquitectura Técnica o de Ingeniería Técnica, haberse cursado en su totalidad una titulación de primer ciclo que habilite para el ejercicio de la correspondiente profesión.

Deberán superarse los complementos formativos que a estos efectos establezca la memoria del Plan de Estudios de la titulación de Máster, y que no serán computables a efectos de los créditos a superar para la obtención del título de máster universitario aunque se realizará la correspondiente transferencia de créditos para que consten en el Suplemento Europeo al Título.

b. Arquitectos, Ingenieros o Licenciados que hubieran obtenido su condición cursando titulaciones cuyo plan de estudios hubiera sido elaborado con anterioridad a la entrada en vigor del R.D. 1393/2007, requerirá haberse cursado en su totalidad alguna titulación de Arquitecto, Ingeniero o Licenciado en la que se hubieran adquirido todas las competencias que la Orden Ministerial o Acuerdo correspondiente contemple para el acceso a los respectivos estudios de Máster.

b) El acceso a los programas de Máster Universitario incluidos en el Anexo II de la Normativa de Matriculación, para los Arquitectos, Ingenieros, Licenciados, Arquitectos Técnicos, Ingenieros

Técnicos o Diplomados, no tendrán requisitos específicos salvo los que se determinen en las memorias verificadas.

Artículo 19. Requisitos específicos de admisión

19.1. Los requisitos específicos de admisión a los másteres son competencia del Centro responsable del programa. Dichos requisitos constan recogidos en las memorias de los Planes de Estudio de los programas correspondientes.

19.2. El Centro responsable del máster hará públicos los requisitos específicos de admisión y los criterios de valoración de méritos y de selección de los candidatos antes del inicio del periodo general de preinscripción de los másteres universitarios, dando la mayor difusión a través de los medios telemáticos de la UPM, mediante publicación en la web de la universidad, www.upm.es. En cualquier caso, estos medios tienen que incluir siempre la publicación de esta información en el sitio Web del programa.

19.3. En los másteres universitarios incluidos en el Anexo I de la Normativa de Matriculación deberá justificarse por los alumnos externos a la UPM y los alumnos de la UPM titulados en los planes anteriores al R.D. 1393/2007, la acreditación del nivel B2 en el dominio de Lengua Inglesa, mediante certificado oficial, según el Marco Europeo Común de Referencia para las lenguas (MECR) o haber superado, en su caso, una prueba interna de nivel (la acreditación será de nivel B1, según el Marco Europeo Común de Referencia para las lenguas ¿MECR-, en cualquier lengua extranjera para la admisión al Máster Universitario en Formación del Profesorado).

Artículo 20. Proceso de preinscripción y documentación a aportar

20.1. El Vicerrectorado de Estrategia Académica e Internacionalización hará público el calendario del proceso de preinscripción a los másteres oficiales.

20.2. La Comisión de Postgrado de Títulos Oficiales (CPTO) de la UPM establecerá la documentación que deben aportar los solicitantes durante el proceso de preinscripción, así como el calendario de preinscripción de cada curso académico, haciéndolos públicos con antelación suficiente.

20.3. Los solicitantes deberán realizar la preinscripción a través de los medios telemáticos que están disponibles en el sitio Web institucional, www.upm.es

Artículo 21. Cupos

Los cupos se fijarán anualmente por el Consejo de Gobierno antes del comienzo del curso académico y teniendo en consideración lo establecido en los correspondientes planes de estudios.

Artículo 22. Prueba específica

Si el Centro que imparte la titulación de Máster Universitario lo considera oportuno, el Vicerrectorado de Estrategia Académica e Internacionalización podrá autorizar la realización de una prueba específica, con el calendario establecido en el ~Anexo III de esta normativa.

Artículo 23. Publicación del listado de admitidos

23.1. La Universidad Politécnica de Madrid establecerá el calendario de publicación de las listas de estudiantes admitidos.

23.2. Una vez resueltas las solicitudes de Admisión, por parte del Centro responsable del programa se hará público el listado provisional de admitidos.

23.3. Pasado el periodo preceptivo de reclamaciones, se publicará el listado definitivo de admitidos.

DISPOSICIÓN DEROGATORIA

Quedan derogadas todas las Normas Académicas de Acceso y Admisión de cursos académicos anteriores a la entrada en vigor de la presente. Asimismo, quedan derogadas a la entrada en vigor de la presente normativa cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a la misma.

DISPOSICIÓN FINAL

El Rector adoptará las medidas necesarias para la aplicación de esta normativa. La presente normativa entrará en vigor a partir de su publicación en el Boletín Oficial de la UPM.

4.3 Apoyo y Orientación a estudiantes, una vez matriculados

La ETSIT-UPM y la ETSIST-UPM tienen establecidas varias actividades y sistemas para acoger a los estudiantes de nuevo ingreso y orientarles en sus primeros pasos en la Universidad. Estos incluyen:

- Una Jornada de Bienvenida, anterior al comienzo de las clases, donde se les presenta la Escuela, sus instalaciones (biblioteca, ciberteca, laboratorios, etc.), las diversas actividades no académicas en las que pueden participar y las herramientas de acogida que la ETSIT-UPM, la ETSIST-UPM y la UPM ponen específicamente para ellos.
- El proyecto MENTOR, liderado por profesores de la ETSIT-UPM, en el que alumnos de cursos superiores ayudan a los de nuevo ingreso o de movilidad en su integración en la Escuela, con una orientación en los aspectos académicos, sociales y administrativos. En el marco del proyecto MENTOR se organizan las actividades necesarias: reuniones, visitas a las instalaciones de la Escuela, etc.
- El Plan de Acción Tutorial, realizado por los profesores de la ETSIST-UPM, apoya de manera personalizada a los alumnos que la solicitan tanto en los aspectos académicos, sociales y administrativos, en las distintas etapas de formación desde el primer curso hasta sus estudios de doctorado. Teniendo un mínimo de cuatro profesores especializado en las distintas etapas necesarias para esta tutorización.
- La Plataforma Punto de Inicio, página web de la Universidad Politécnica de Madrid creada como espacio de autoestudio y autoevaluación para alumnos de nuevo ingreso en la UPM: http://www.upm.es/alumnos/punto_inicio.html.
- Tutorías académicas: todas las guías de aprendizaje de las asignaturas que se imparten disponen de un apartado de tutorías donde se indican los horarios de tutorías de los profesores y las direcciones de contacto de los profesores
- Sesiones informativas: dentro de cada Grado y Máster se realizan diferentes sesiones informativas a lo largo del curso académico. Estas pueden ser: orientación para seleccionar los itinerarios de Grado, sesiones informativas sobre Movilidad Internacional, sesiones sobre las Prácticas en Empresas, sesiones de orientación para el paso de Grado a máster, etc.

- Otros programas que se están desarrollando en los últimos años para mejorar la incorporación del estudiante en el mercado laboral son: el Programa mentorización empresa-alumno, la celebración de jornadas de orientación profesional para los estudiantes y la Participación del Foro de Empresas Campus Sur.

Sobre el proyecto MENTOR de la ETSIT-UPM, tiene como objetivo la orientación y ayuda a alumnos de nuevo ingreso (de primero e internacionales) por parte de alumnos de cursos superiores, bajo la supervisión de los profesores coordinadores, tanto para conseguir el éxito en los estudios universitarios, como para facilitar la integración académica y social en la vida de la Escuela.

Se basa en proporcionar al alumno:

1. Orientación académica: para abordar con éxito las diferentes asignaturas del curso, desde la experiencia del mentor como alumno.
2. Orientación social: para la adaptación a la ETSIT-UPM en particular, y a la Universidad en general, atendiendo a la diversidad.
3. Orientación administrativa: en los procedimientos administrativos generales.

Respecto al Plan de acción tutorial de la ETSIST-UPM, se proporciona al alumno:

1. Orientación Académica: Para los alumnos de primer y segundo curso de Grado. Para el seguimiento y apoyo a los alumnos durante los cuatro primeros semestres de la titulación.
2. Orientación Curricular de Grado: Para los alumnos de tercer y cuarto curso de Grado. Etapa dividida por titulaciones y movilidad. Se enfocará a las opciones de realización de la optatividad de cada titulación y opciones de movilidad.
3. Orientación Curricular de Postgrado: Para alumnos pre-graduados, graduados y alumnos de máster o doctorado. Enfocada a estudiantes que se estén planteando continuar sus estudios con un Máster o Doctorado o que ya lo estén cursando en el Centro y necesiten orientación académica o de movilidad.
4. Orientación Profesional: Para alumnos pre-graduados, graduados y alumnos de máster o doctorado enfocada a poner en contacto a los estudiantes con las posibilidades de desarrollo profesional en diferentes ámbitos y orientarles en para la realización de prácticas externas.

Una vez los estudiantes son alumnos de la UPM, éstos disfrutan de los siguientes servicios:

- Dirección de correo @alumnos.upm.es: cuenta de correo en la que los alumnos reciben la información de tipo académico y administrativo, o de actividades que resulten de su interés (jornadas, actividades, etc.).
- Plataforma Moodle: plataforma de enseñanza que usan las asignaturas para la documentación, actividades de evaluación, foros de discusión, etc.
- Servicio de CAUs de Secretaría: servicio a través del cual los alumnos pueden realizar gran parte de los trámites administrativos por Secretaría, lo que se traduce en un mejor servicio para los estudiantes y un uso más eficiente de los recursos.

- Servicio de Quejas, Sugerencias y Felicitaciones: los estudiantes, el personal y el público en general, pueden usar este servicio para introducir quejas, sugerencias y felicitaciones sobre los diferentes servicios, docencia y aspectos académicos de la Escuela.
- Aplicaciones propias: la ETSIT-UPM dispone de un conjunto de aplicaciones desarrolladas por la Escuela para dar diferentes servicios (aplicación de Trabajos Fin de Titulación, acceso al parking, directorio de personal, etc.).

La ETSIT-UPM y la ETSIST-UPM tienen definido, en el Sistema de Garantía Interno de la Calidad, el siguiente proceso, que se tendrá en cuenta para orientar y apoyar a los estudiantes:

- PR/CL/002: Proceso de Acciones de Orientación y Apoyo al Estudiante

La Universidad Politécnica de Madrid dispone de la Unidad de Atención a la Discapacidad (UAD), dependiente del Vicerrectorado de Alumnos y Extensión Universitaria, que es un servicio, creado al amparo de la ley 13/1982, de 7 de abril, de integración social de los discapacitados y recogida en el artículo 178 de los Estatutos de la Universidad Politécnica.

Esta Unidad es la encargada de garantizar la igualdad de oportunidades y la no discriminación en el acceso, permanencia y progreso en el ámbito universitario de aquellos miembros de la Comunidad Universitaria que se encuentren en situación de discapacidad, además de concienciar y sensibilizar a todos sus miembros sobre la educación sin barreras y diseño para todos.

4.4 Sistemas de Transferencia y Reconocimiento de Créditos

Se aplicará la “Normativa de Reconocimiento y Transferencia de Créditos de la Universidad Politécnica de Madrid”, aprobada en la reunión del Consejo de Gobierno del 31 de enero de 2013, que puede ser consultada en la dirección Web:

http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado%20de%20Alumnos/Convalidaciones/normativa_recono_trans_creditos_20130131.pdf (dentro de la página de información y normativa para alumnos de Grado: <http://www.upm.es/Estudiantes/NormativaLegislacion/NormasEspecificas/Grado>)

En este documento, la Universidad Politécnica de Madrid describe el sistema adoptado para el reconocimiento, a los alumnos admitidos en la titulación, de créditos cursados en otros centros o universidades. La Comisión de Reconocimiento y Transferencia de Créditos de la UPM realizará, a petición del interesado y previo informe de la Comisión de Ordenación Académica del Centro responsable de la titulación en la UPM, la comparación entre las competencias generales y específicas que se acrediten por los estudiantes procedentes de otras titulaciones y las que son objeto de las asignaturas y actividades en el plan de estudios de la titulación de destino en la UPM y elaborará en consecuencia la resolución de reconocimiento o transferencia.

El Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, modificado por el Real Decreto 861/2010, de 2 de julio,

recoge ya en su preámbulo que: “Uno de los objetivos fundamentales de esta organización de las enseñanzas es fomentar la movilidad de los estudiantes, tanto dentro de Europa, como con otras partes del mundo, y sobre todo la movilidad entre las distintas universidades españolas y dentro de una misma universidad. En este contexto resulta imprescindible apostar por un sistema de reconocimiento y acumulación de créditos, en el que los créditos cursados en otra universidad serán reconocidos e incorporados al expediente del estudiante”. Con tal motivo, el R.D. en su artículo sexto “Reconocimiento y transferencia de créditos” establece que “las universidades elaborarán y harán pública su normativa sobre el sistema de reconocimiento y transferencia de créditos”. Dicho artículo proporciona además las definiciones de los términos reconocimiento y transferencia, que modifican sustancialmente los conceptos que hasta ahora se venían empleando para los casos en los que unos estudios parciales eran incorporados a los expedientes de los estudiantes que cambiaban de estudios, de plan de estudios o de universidad (convalidación, adaptación, etc.).

En este sentido, la Universidad Politécnica de Madrid ha optado por un sistema que se ha venido en llamar de literalidad pura. Es decir, en el expediente del estudiante se hará constar de manera literal el nombre de la asignatura, curso, número de créditos ECTS, tipo de asignatura (básica, obligatoria, optativa) y calificación, en la titulación en que los hubiera superado, y con indicación de la titulación, centro y universidad de procedencia.

Se entenderá por reconocimiento la aceptación por parte de la Universidad Politécnica de Madrid de los créditos que, habiendo sido obtenidos en enseñanzas oficiales, en la misma u otra universidad de cualquiera de los países que integran el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), son computados en otras enseñanzas distintas cursadas en la Universidad Politécnica de Madrid, a efectos de la obtención de un título oficial.

Se entenderá por transferencia la consignación, en los documentos académicos oficiales acreditativos de las enseñanzas seguidas por cada estudiante, de todos los créditos obtenidos en enseñanzas oficiales cursadas con anterioridad, en la Universidad Politécnica de Madrid o en otras universidades del EEES, que no hayan conducido a la obtención de un título oficial.

Se denominará Resolución de Reconocimiento y Transferencia al documento por el cual la Comisión de Reconocimiento y Transferencia de Créditos acuerde el reconocimiento y transferencia de los créditos objeto de solicitud. En ella, deberán constar: los créditos reconocidos y transferidos y, en su caso, las asignaturas o materias que deberán ser cursadas y las que no, por considerar adquiridas las competencias de esas asignaturas en los créditos reconocidos. La Universidad Politécnica de Madrid tiene constituida la Comisión de Reconocimiento y Transferencia de la Universidad Politécnica de Madrid, formada por:

- Vicerrector competente en materia de estudiantes que la presidirá.
- Vicerrector competente en materia de ordenación académica en los estudios oficiales de grado.
- Vicerrector competente en materia de postgrado y doctorado.
- 3 directores o decanos de Escuelas o Facultades de la Universidad Politécnica de Madrid, elegidos por y de entre ellos.
- 1 estudiante propuesto por la Delegación de Alumnos de la Universidad.
- Secretario General, que realizará, a su vez, las labores de secretaría de la Comisión.

Esta Comisión de Reconocimiento y Transferencia de la Universidad, será la encargada de dar respuesta a las solicitudes de reconocimiento y transferencia de créditos de las comisiones docentes de los centros, con el encargo de:

- Implantar, mantener y desarrollar las bases de datos que permitan resolver de forma ágil las solicitudes que tuvieran precedentes iguales.
- Solicitar, a través de las correspondientes Direcciones o Decanatos, informe de las Comisiones de Ordenación Académica que entiendan sobre aquellas solicitudes de reconocimiento de créditos que no cuenten con precedentes iguales resueltos anteriormente.
- Elaborar y acordar las Resoluciones de Reconocimiento y Transferencia de créditos, que serán firmadas por el Rector de la Universidad o, si este así lo delega, por el Presidente de la Comisión de Reconocimiento y Transferencia de créditos.
- Proponer al Consejo de Dirección de la Universidad cuantas medidas ayuden a informar a los estudiantes sobre el proceso de reconocimiento de créditos.
- Resolver, en primera instancia, las dificultades que pudieran surgir en los procesos de reconocimiento y transferencia de créditos.

4.4.1 Reconocimiento y transferencia de créditos

Los créditos, en forma de unidad evaluada y certificable, pasarán a consignarse en el nuevo expediente del estudiante con el literal, la tipología, el número de créditos y la calificación obtenida en el expediente de origen, con indicación de la universidad, centro y titulación en la que se cursó.

4.4.2 Reconocimiento de créditos de la titulación de destino

En el caso de solicitud de reconocimiento de créditos realizados en otra titulación de Grado, si no se hubieran resuelto previamente casos iguales, será la Comisión de Reconocimiento y Transferencia de créditos de la Universidad la que, previo informe de la Comisión Académica de la titulación, evalúe las competencias adquiridas con los créditos aportados y su posible correspondencia con materias de la titulación de destino.

Se deberá reconocer, en cualquier caso, la totalidad de la unidad certificable aportada por el estudiante; no se podrá realizar reconocimiento parcial de una asignatura.

En la Resolución de Reconocimiento y Transferencia se deberá indicar el tipo, en la titulación de origen, de los créditos reconocidos, así como las asignaturas de la titulación de destino que el estudiante no podrá cursar, a efectos de la obtención del título en la titulación de destino, por considerar que ya tiene adquiridas las competencias correspondientes con los créditos reconocidos.

Cuando, como consecuencia del reconocimiento de créditos obligatorios, los créditos que el estudiante pueda cursar no sean suficientes para superar los previstos en el plan de estudios, el Centro determinará las asignaturas o actividades docentes que deberá cursar. Todo ello deberá recogerse en la Resolución de Reconocimiento y Transferencia de Créditos.

En aquellas titulaciones que habiliten para el ejercicio de profesiones reguladas, la Subdirección o el Vicedecanato que se haya designado a estos efectos por el Centro responsable de la

titulación de destino, velará por que se verifiquen los requisitos que establezcan las regulaciones para el acceso a la correspondiente profesión y, en su caso, especialidad, pudiendo obligar a seguir itinerarios formativos que aseguren, al menos, el cumplimiento estricto de los requisitos mínimos exigidos para el acceso a la correspondiente profesión.

4.4.3 Movilidad de estudiantes

Con objeto de facilitar la movilidad entre universidades del EEES, en las certificaciones de títulos oficiales que se expidan a los estudiantes deberán incluirse los siguientes datos: rama a la que se adscribe el título; en el caso de profesiones reguladas, referencia al acuerdo y orden en la que se establecen las condiciones del plan de estudios y requisitos de verificación; materias a las que se vincula cada asignatura y traducción al inglés de materias y asignaturas.

Los créditos que cursen los estudiantes de la Universidad Politécnica de Madrid en centros extranjeros, así como los correspondientes a prácticas externas, deberán ser objeto de acuerdos previos entre la Universidad y la entidad en la que se desarrolle la actividad formativa. Dichos acuerdos deben definir las actividades que, estando previstas en el plan de estudios, se reconocerán automáticamente a quienes las realicen.

Como se recoge a continuación, los dos centros responsables (ETSIT-UPM y ETSIST-UPM) tienen acuerdos con universidades internacionales que aseguran oferta de plazas para que los estudiantes del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos puedan realizar estancias de movilidad. Asimismo, estos acuerdos permiten que estudiantes de otras universidades puedan ser acogidos en los dos centros para cursar parte de sus estudios.

Información sobre movilidad de estudiantes en la ETSIT-UPM

La información y difusión del programa Erasmus y otros programas de movilidad se realiza: a través de una sección específica en la página web de la ETSIT-UPM y comunicaciones semestrales a nuestras Universidades socias de la oferta de titulaciones y novedades en programas de movilidad; jornadas de presentación a los alumnos de opciones de movilidad e internacionalización curricular desarrolladas por la Subdirección de Relaciones Internacionales y Empresas de la Escuela; jornadas de promoción que nuestros socios internacionales llevan a cabo en la ETSIT-UPM (nos visitan anualmente representantes de diferentes instituciones para intentar atraer a nuestros mejores estudiantes) y/o de alumnos que han participado anteriormente en estas experiencias de movilidad. Además, participamos en foros internacionales de promoción y difusión (ferias internacionales o *partners days*), como *el Asia-Pacific Association for International Education (APEIE)*, siendo el más representativo la *“European Association for International Education Conference” (EAIE)*, habiéndose diseñado un tríptico (*“brochure”*) que recoge: la información académica y de investigación, oferta específica en inglés, posibilidades de internacionalización y principales socios académicos con los que tenemos acuerdo. Participamos también en la Red T.I.M.E., orientada a la gestión y promoción de dobles titulaciones internacionales, siendo la UPM socio fundador.

El “boca a boca” y la experiencia personal, también son para la nosotros unas útiles herramientas de difusión para las solicitudes de nuevos alumnos extranjeros para venir a estudiar en la ETSIT-UPM. En este sentido, organizamos ferias internas (Questions and Answers) donde invitamos alumnos de la ETSIT-UPM que han realizado una estancia de movilidad así como alumnos incoming. El objetivo es dar información de primera mano a alumnos interesados.

Por otro lado, se organizan semanas internacionales desde la UPM al final de cada curso académico en las cuales participan nuestras Universidades socias. Durante esta semana, se organizan sesiones informativas y presentaciones.

Finalmente, la ETSIT-UPM acoge reuniones periódicas en las que los alumnos procedentes de centros extranjeros comparten su experiencia con los estudiantes de nuestro centro facilitando así el establecimiento de redes interpersonales para promover las acciones de movilidad. A estas reuniones, se han incorporado estudiantes procedentes de Asia (China e India, países con los que se han afianzado las relaciones de colaboración).

En los últimos años, las cifras de movilidad de estudiantes de la ETSIT-UPM que realizan alguna modalidad de movilidad internacional han sido:

- Curso 2016/17: 118
- Curso 2017/18: 106
- Curso 2018/19: 137
- Curso 2019/20: superior a 110 (el proceso no está cerrado todavía)

La mayor parte de los estudiantes realizan su movilidad internacional en el marco del programa Erasmus+. Existen otros programas de Movilidad Internacional en el que participan 30 alumnos en el marco de Acuerdos bilaterales (20 USA, 3 Suiza, 1 Japón, 3 China, 1 Taiwan, 2 Latino América), 10 en el Programa EIT Health, 9 en el programa Athens.

El número de alumnos *incoming* de programas de intercambio procedente de otras universidades se sitúa por encima de 100 en cada curso académico, con cifras que van en aumento año tras año con motivo de la incorporación de docencia en inglés en cada vez un mayor número de programas de Grado y Máster. Además, cada año hay más de 40 alumnos que vienen por el programa Athens. A estas cifras, hay que añadir los estudiantes de centros extranjeros que vienen a realizar estancias (*placements*) de prácticas en Departamentos y Grupos de Investigación de la ETSIT-UPM.

Contamos con 146 acuerdos para el intercambio de estudiantes y profesores con universidades de todo el mundo, siendo 25 de ellos acuerdos de Doble Titulación.

Para mayor detalle al respecto, puede consultarse la web de la Oficina Internacional de la Escuela (ETSIT-UPM): <https://www.etsit.upm.es/internacional/>.

La ETSIT-UPM tiene más de 100 acuerdos Erasmus+ y 16 acuerdos del Programa Magalhaes. Además, existen más de 20 Acuerdos Bilaterales firmados con universidades en EEUU, Canadá, Asia, Australia y Latinoamérica. Adicionalmente, la UPM tiene acuerdos globales con más de un centenar de Universidades.

A continuación, se muestra la tabla de acuerdos de movilidad que actualmente tiene la ETSIT-UPM para los alumnos del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos. El número de acuerdos y plazas aumentará en los próximos años.

Tabla 11. Acuerdos de movilidad actuales de la ETSIT-UPM y número de plazas que aplican al Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

UNIVERSIDAD	CIUDAD	CÓDIGO ERASMUS	PROG.	PLAZAS
Technische Universität Graz	Graz	A GRAZ 02	ER	3

Universiteit Gent	Gent	B GENT 01	ER	4
Katholieke Universiteit Leuven	Leuven	B LEUVEN 01	ER	3
Université de Liège	Lieja	B LIEGE 01	ER	2
Université Catholique de Louvain	Louvain-la-Neuve	B LOUVAIN 01	ER	2
HES-SO Haute École Spécialisée de Suisse Occidentale – hepia	Ginebra	CH DELEMONT 03	AB	6
École Polytechnique Fédérale de Lausanne EPFL	Lausana	CH LAUSANN 06	AB	3
RWTH - Aachen	Aachen	D AACHEN 01	ER	4
Technische Universität Berlin	Berlín	D BERLIN 02	ER	2
Rheinisch Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn	Bonn	D BONN 01	ER	3
Friedrich-Alexander Universität FAU	Erlangen	D ERLANGE 01	ER	4
Universität Stuttgart	Stuttgart	D STUTTGA 01	ER	4
Aalborg University	Aalborg	DK AALBORG 01	ER	2
IMT Atlantique	Brest-Nantes-Rennes	F BREST 09	ER	5
École Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Caen ENSICAEN	Caen	F CAEN 05	ER	4
Ecole Nationale Supérieure de l'Electronique et de ses Applications (ENSEA)	Cergy (Paris)	F CERGY 01	ER	4
Telecom Sud Paris	Evry (Paris)	F EVRY 11	ER	2
Centrale Nantes	Nantes	F NANTES 07	ER	2
École Polytechnique	París	F PALAISE 01	ER	3
Telecom ParisTech	París	F PARIS 083	ER	2
Politecnico di Milano	Milán	I MILANO 02	ER	4
Ss. Cyril and Methodius University in Skopje	Skopje	MK SKOPJE 01	ER	2
Technische Universiteit Delft	Delft	NL DELFT 01	ER	4
Universidade da Beira Interior	Covilhas	P COVILHA 01	ER	1
AGH University of Science and Technology	Cracovia	PL KRAKOW 02	ER	2
Cracow University of Technology- Politechnika Krakowska	Cracovia	PL KRAKOW 03	ER	5
Technical University of Lodz	Lodz	PL LODZ 02	ER	2
West Pomeranian University of Technology	Szczecin	PL SZCZECI 02	ER	2
Warsaw University of Technology	Varsovia	PL WARSZAW 02	ER	4
Blekinge Institute of Technology	Karlskrona	S KARLSKR 01	ER	2
Linköping University - Faculty of Science and Engineering	Linköping	S LINKOPI 01	ER	2
Luleå University of Technology	Luleå	S LULEA 01	ER	4
Lund Institute of Technology	Lund	S LUND 01	ER	2
KTH - School of Electrical Engineering EES	Estocolmo	S STOCKHO 04	ER	2
Mälardalen University	Västerås	S VASTERA 01	ER	2
George Mason University	Virginia		AB	6
Illinois Institute of Technology	Chicago		AB	2
École Polytechnique Montreal	Montreal		AB	3
Universidade de Sao Paulo USP	Sao Paulo		MS	2

Información sobre movilidad de estudiantes en la ETSIST-UPM

En la ETSIST-UPM la información y difusión del programa Erasmus+ y otros programas de movilidad se realiza:

- A través de la página web, mediante eventos en la página principal y en la sección “Internacional”, así como en los distintos apartados de “Internacional” (“Estudiantes de la ETSIST”, “International Students”, “SICUE”).
- En la sesión informativa de diciembre cuando las convocatorias de movilidad internacional ya están publicadas por el Rectorado.
- A través de correo electrónico se informa sobre plazos y resoluciones y otros trámites relativos a las adjudicaciones (reclamaciones, renunciaciones).
- En redes sociales publicamos avisos importantes sobre las distintas convocatorias.

Las cifras de movilidad de estudiantes de la ETSIST-UPM han tenido una clara evolución ascendente en los últimos cursos:

- Curso 2016/17: 54
- Curso 2017/18: 67
- Curso 2018/19: 76

La mayor parte de los estudiantes realizan su movilidad internacional en el marco del programa Erasmus+ pero existen otros programas internacionales como el SMILE o el Hispano-Chino que también han tenido movilizaciones en los últimos cursos, así como el programa de movilidad nacional SICUE, que también despierta el interés de nuestros estudiantes.

Mención especial merece el programa ATHENS, programa corto de movilidad con las siguientes cifras de estudiantes participantes en las últimas ediciones:

- Marzo 2017: 9
- Noviembre 2017: 2
- Marzo 2018: 8
- Noviembre 2018: 2
- Marzo 2019: 5

El número de estudiantes entrantes de programas de intercambio ha sido el siguiente en los últimos cursos:

- Curso 2016/17: 12
- Curso 2017/18: 30
- Curso 2018/19: 19

En el programa ATHENS, la ETSIST-UPM cuenta con una alta participación de estudiantes entrantes:

- Marzo 2017: 19
- Marzo 2018: 37
- Marzo 2019: 39

A continuación, se muestra la tabla de acuerdos de movilidad que actualmente tiene la ETSIST-UPM para los alumnos del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos y que está disponible en la web de la Escuela:

<https://www.etsist.upm.es/internacional/acuerdos-bilaterales>

El número de acuerdos de movilidad y plazas aumentará en los próximos años.

Tabla 12. Acuerdos de movilidad actuales de la ETSIST-UPM y número de plazas que aplican al Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

PROGRAMA	PAÍS	UNIVERSIDAD	Grado	Nº plazas x meses
DOBLE TÍTULO	China	Tongji University		
ERASMUS	Alemania	Beuth Hochschule für Technik Berlin	Data Science MA	4x10 (40)
ERASMUS	Alemania	RWT Hochschule Aachen. Fac. Electrical Eng. and Information	Data Science M.Sc.	1x10 (10)
ERASMUS	Alemania	Technische Hochschule Köln. Fac. Information, Media and Electrical	Data and Information Science (Bachelor's)	2x10 (20)
ERASMUS	Dinamarca	Danmarks Tekniske Universitet	Artificial Intelligence and Data (BSc Eng programme)	2x10 (20)
ERASMUS	Finlandia	Aalto University. School of Electrical Engineering	Data Science (Bachelor of Science + Master of Science) Machine Learning, Data Science and Artificial Intelligence (Master of Science) Data Science (Master of Science, EIT Digital Master School)	2x10 (20)
ERASMUS	Finlandia	Tampere University	Computing Sciences, Data Science (Master of Science) Computing Sciences, Statistical Data Analytics (Master of Science)	2x10 (20)
ERASMUS	Francia	École Supérieure d'Ingenieurs en Genie Electrique (ESIGELEC)	Big Data pour la Transformation Numérique (Bac+3)	2x10 (20)
ERASMUS	Francia	Institut Supérieur d'Électronique de		
ERASMUS	Francia	Université de Nantes. Polytech	Data Science Master's	2x9 (18)
ERASMUS	Francia	Université Lille 1 - Sciences et Technologies. Télécom Lille	Master Data Science	2x9 (18)
ERASMUS	Francia	Université Paul Sabatier - Toulouse		
ERASMUS	Irlanda	Maynooth University	BSC Bachelor of Data	1x10 (10)
ERASMUS	Turquía	Istanbul Technical University		
SMILE	Argentina	Instituto Tecnológico de Buenos Aires	Especialización en Ciencia de Datos	2x10 (20)
SMILE	México	Instituto Politécnico Nacional de México	Licenciatura en Ciencia de Datos	2x10 (20)
SMILE	México	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)	Ingeniero en Ciencia de Datos y Matemáticas	4x6 (24)
Otros	México	Universidad Panamericana	Maestría en Inteligencia de negocios, analítica y ciencia de los datos	3x6 (18)
Otros	México	Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP)		
Otros	Perú	Universidad San Ignacio de Loyola		

[illegible]

[illegible]

5 Planificación de las enseñanzas

5.1 Descripción general del plan de estudios

La titulación de Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos requiere superar 240 ECTS, y está estructurada en cuatro cursos académicos de 60 ECTS cada uno. Cada curso se divide en dos cuatrimestres iguales de 30 ECTS. En la Universidad Politécnica de Madrid, cada ECTS equivale a 27 horas de trabajo del estudiante, lo que supone un esfuerzo de aproximadamente 40 horas por semana.

La tipología de los créditos en que se divide el plan de estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos se recoge en la Tabla 13.

Tabla 13. Tipología de los ECTS del Plan de Estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Tipo	ECTS
Formación básica	60
Obligatorio	144
Optativo	24
Prácticas Académicas Externas	0
Trabajo Fin de Grado	12

Los 60 ECTS de formación básica están vinculados a las siguientes materias básicas de los grados de la rama de Ingeniería y Arquitectura: Informática (6 ECTS), Matemáticas (42 ECTS) y Física (6 ECTS) y Empresa (6 ECTS).

Los 144 ECTS de formación obligatoria corresponden a la formación en materias asociadas a la ingeniería de datos y los sistemas, con el objeto de dotar al estudiante de la capacidad de desarrollar soluciones que integren toda la cadena de valor del dato.

Parte de la formación en materias obligatorias se dedica a la formación en habilidades profesionales y transversales, complementando a las materias de carácter más técnico y tecnológico.

Aunque el plan de estudios no requiere la realización de Prácticas Académicas Externas obligatorias, parte de los créditos de optatividad podrán obtenerse por esta modalidad.

Los 24 ECTS de Optatividad permiten al alumno completar su currículum completando los créditos de formas diferentes: cursando asignaturas optativas, Prácticas Académicas Externas o reconocidos por la participación en actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación con reconocimiento de créditos (hasta un máximo de 6 ECTS, según el RD 1393/2007, modificado por el RD 861/2010).

Los 12 ECTS de Trabajo Fin de Grado se realizan en el último cuatrimestre del Grado.

Se ha usado como unidad mínima para definir una asignatura 6 ECTS. No obstante, con el objetivo de hacer coherentes los contenidos de algunas asignaturas que no alcanzan los 6 ECTS, se han definido 7 asignaturas de 3 ECTS, evitando contenidos heterogéneos dentro de la misma asignatura. Por otro lado, se ha definido una asignatura de proyectos de 9 ECTS, para dar cabida a la carga docente de realizar un proyecto en ingeniería y sistemas de datos.

5.1.1 Descripción General del Plan de Estudios

Estructurar un plan de estudios en módulos y materias es la primera manifestación del enfoque, prioridades y aspectos específicos que se quiere imprimir en el título. En este sentido, la organización que proponemos incluye una distribución que combina una aproximación clásica, común a otros títulos propuestos en ciencia e ingeniería de datos junto, con una perspectiva propia como el concepto de sistemas interconectados, computación en la nube, ciclo de vida del dato o aplicaciones sectoriales y proyectos de ingeniería, que representan aspectos diferenciadores de nuestro título. Debe por tanto enfatizarse que vamos a formar ingenieros con una clara vocación de integrarse en la cadena de valor del dato en múltiples sectores productivos como puedan ser las finanzas, la salud, los entornos inteligentes como las ciudades, el transporte o la energía y por supuesto la ingeniería de telecomunicación. Estos ingenieros deben ser concebidos como elementos de un equipo de profesionales con los cuales deben interactuar para asegurar que se alcanzan los objetivos planteados. La organización en módulos y materias ha de garantizar que esta propuesta se convierta en realidad.

El plan de estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos se divide en un conjunto de módulos, materias y asignaturas que cubren contenidos formativos de ingeniería de datos y sistemas. Ambos aspectos están íntimamente relacionados en las diferentes partes de la cadena de valor del dato, por lo que la división en módulos y materias no separa de forma estricta contenidos de ingeniería de datos y contenidos de sistemas.

Los módulos en los que se divide el plan de estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos son:

- MOD-1 Matemática aplicada y estadística (42 ECTS): este módulo incluye aquellos fundamentos y herramientas de las matemáticas que son necesarios para formalizar y resolver, de manera exacta o aproximada, los problemas habituales en el ámbito de la titulación. Asimismo, dicho módulo comprende aquellos fundamentos del cálculo de probabilidades, la inferencia estadística y el tratamiento de señal que sirven para construir modelos, tanto estáticos como dinámicos, que permiten para caracterizar los sistemas y predecir su comportamiento con vistas a la toma de decisiones. este módulo incluye las asignaturas básicas de matemática aplicada y estadísticas necesarias para la formación inicial del estudiante.
- MOD-2 Contexto social y profesional (27 ECTS): Partiendo de una perspectiva general de la ingeniería y el rol del ingeniero de datos en la sociedad, la materia tiene como propósito principal que el alumno desarrolle competencias profesionales y adquiera conocimientos del contexto social en el que desarrollar su actividad. Estas competencias no exclusivamente técnicas, como la comunicación oral, la escrita y el trabajo en equipo, junto con la consideración de los aspectos éticos y legales relacionados con el ejercicio de la profesión del ingeniero de datos, permitirán potenciar su futuro desarrollo profesional de forma socialmente responsable. Por otro lado, se incluye una materia de empresa que tiene como objetivo que el alumno comprenda los conceptos básicos relacionados con la dirección y gestión de empresas, tanto desde el punto de vista estratégico como del análisis de sus distintos subsistemas funcionales. A través de la adquisición de conocimientos relacionados con la gestión de las organizaciones, la generación de modelos de negocio basados en el dato, la actividad emprendedora y los procesos de toma de decisiones, los alumnos

podrán entender cómo los procesos de digitalización están transformando el ámbito empresarial en la actualidad.

- MOD-3 Infraestructuras, Sistemas Conectados y Computación en la Nube (54 ECTS): este módulo tiene por objeto que los alumnos adquieran las competencias relacionadas con las infraestructuras de datos, incluyendo los sistemas de captura, transmisión, almacenamiento y procesamiento de datos. Además, se proporcionan competencias para desarrollar software en los ámbitos de Big Data y la Nube.
- MOD-4 Ciclo de vida del dato (48 ECTS): este módulo cumple con un objetivo esencial englobando los conocimientos generales para poder mostrar a los alumnos el ciclo de vida del dato y por tanto conocer toda su cadena de valor.
- MOD-5 Aplicaciones sectoriales y proyectos de ingeniería (27 ECTS): engloba la formación orientada al desarrollo de aplicaciones y proyectos de ingeniería en los que los estudiantes toman contacto con casos reales de ingeniería de datos cubriendo todas las fases del ciclo de vida del dato. Las asignaturas de aplicaciones (ciberseguridad y protección de datos, aprendizaje profundo en aplicaciones de ingeniería de datos y aplicaciones sectoriales) abordan casos de usos con datos reales en las que los estudiantes tienen que encontrar soluciones tecnológicas viables para los casos seleccionados analizando la viabilidad económica y las necesidades de protección de datos de dicha solución. Por otro lado, en las asignaturas orientadas a la elaboración de proyectos de ingeniería (gestión de proyectos de ingeniería y proyectos de ingeniería de datos), los estudiantes adquieren los conocimientos necesarios para la gestión e implementación de proyectos de ingeniería de datos: los estudiantes tienen que analizar un problema concreto de ingeniería de datos, las tecnologías disponibles y diseñar un sistema completo que resuelva el problema planteado
- MOD-6 Inglés (6 ECTS): formación en lengua inglesa que se centra en desarrollar las destrezas específicas de la comunicación académica y profesional. Esta formación va más allá de los aspectos tradicionales de gramática, centrando las clases en situaciones comunicativas específicas que el ingeniero de datos encontrará en su desempeño académico y profesional, contribuyendo al desarrollo de las competencias de comunicación escrita y oral, y de trabajo en equipo.
- MOD-7 Optatividad y Prácticas Académicas Externas (24 ECTS): módulo que complementa la formación del Grado en materias afines, realización de actividades reconocibles, prácticas académicas externas o estancias de movilidad en otras universidades.
- MOD-8 Trabajo Fin de Grado (12 ECTS): ejercicio original a realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto en el ámbito de una de las tecnologías específicas de la Ingeniería de Datos y Sistemas de naturaleza profesional en el que se sintetizan e integran las competencias adquiridas.

Es importante indicar que la propuesta de Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos incluye un importante número de créditos dedicados a asignaturas de gestión empresarial y habilidades profesionales, preparando a los egresados con una mejor formación transversal. Teniendo en cuenta la rápida evolución tecnológica, esta formación contribuirá de forma importante al objetivo de generar egresados flexibles capaces de incorporarse y adaptarse a un entorno

laboral en cualquiera de los puntos de la cadena de valor del dato, caracterizado por cambios tecnológicos continuos.

El plan de estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos se divide en los módulos que se acaban de exponer, como se recoge en la Tabla 14.

Tabla 14. Módulos que integran el Plan de Estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Módulo	Nombre	Carácter	ECTS
MOD-1	Matemática aplicada y estadística	Básico	42
MOD-2	Contexto social y profesional	Mixto (Básico/Obligatoria)	27
MOD-3	Infraestructuras, sistemas conectados y computación en la nube	Mixto (Básico/Obligatoria)	54
MOD-4	Ciclo de vida del dato	Mixto (Básico/Obligatoria)	48
MOD-5	Aplicaciones sectoriales y proyectos de ingeniería	Obligatorio	27
MOD-6	Inglés	Obligatorio	6
MOD-7	Optatividad y Prácticas Académicas Externas	Optativo	24
MOD-8	Trabajo Fin de Grado	Trabajo Fin de Grado	12

Cada módulo del plan de estudios se subdivide en materias, como se recogen en la Tabla 15. En esta división, los módulos definidos agrupan de forma coherentes materias y asignaturas que recogen aspectos singulares de la ingeniería de datos y sistemas, que ponen de relevancia la importancia del ciclo de vida del dato, el contexto social y profesional, la relevancia de los sistemas conectados y la computación en la nube, o los proyectos y aplicaciones sectoriales. Complementando a estos módulos, aparecen el módulo de matemática aplicada y estadística representando gran parte de la formación básica necesaria para la formación del egresado.

Tabla 15. Módulos y materias que integran el Plan de Estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Módulo	Nombre	Materias	ECTS/ materia
MOD-1	Matemática aplicada y estadística	M1.1 - Matemática aplicada	30
		M1.2 - Estadística	12
MOD-2	Contexto social y profesional	M2.1 - Habilidades profesionales y contexto social	18
		M2.2 – Empresa	9
MOD-3	Infraestructuras, sistemas conectados y computación en la nube	M3.1 - Infraestructuras y sistemas conectados	27
		M3.2 - Programación y computación en la nube	27
MOD-4	Ciclo de vida del dato	M4.1 – Sistemas de adquisición y almacenamiento de datos	24
		M4.2 - Análisis de señales y datos	18

MOD-5	Aplicaciones sectoriales y proyectos de ingeniería	M5.1 - Aplicaciones de la ingeniería de datos	18
		M5.2 - Proyectos en ingeniería y sistemas de datos	15
MOD-6	Inglés	M6 - Inglés	6
MOD-7	Optatividad y Prácticas Académicas Externas	M7.1 - Optativas	24
		M7.2 – Prácticas Académicas Externas	12
MOD-8	Trabajo Fin de Grado	M8 - Trabajo Fin de Grado	12

A continuación, se explican las materias que forman parte de cada módulo.

El módulo de *Matemática Aplicada y Estadística* recoge en sus dos materias los aspectos esenciales de formación matemática para construir los fundamentos de la ingeniería de datos. Se dedican 30 ECTS a la materia de *Matemática Aplicada* incluyendo desde los fundamentos matemáticos a la optimización o la teoría avanzada de señales y sistemas. Esta formación la consideramos esencial para formalizar el proceso de aprendizaje y razonamiento en los primeros años. Por otro lado, la materia de *Estadística* recoge en 12 ECTS una base sólida tanto de probabilidad y procesos estocásticos como de inferencia. La carga docente se considera adecuada para una ingeniería de datos más centrada en aspectos como adquisición, almacenamiento y visualización que en la propia ciencia de datos.

Contexto social y profesional se compone de una materia de *Habilidades y contexto social* con 18 ECTS necesaria no solo para que el egresado adquiriera ciertas competencias transversales, sino que igualmente concreta la visión del nuestro título, consciente de que nuestros alumnos en el futuro han de desenvolverse en un contexto social y profesional muy complejo que requiere de unas habilidades específicas. Se incluye un parte sobre técnicas de toma de decisiones, como un elemento proceso esencial en todos los puntos de la cadena de valor del dato. Por otro lado, la materia de *Empresa* con 9 ECTS da respuesta a la clara vocación que tiene nuestro título de formar estudiantes que conozcan los fundamentos de la gestión empresarial y el modelo de negocio como claro exponente de uno de los sectores con más futuro de la ingeniería de datos.

El módulo de *Infraestructuras, sistemas conectados y computación en la nube* supone un primer y gran aspecto diferenciador respecto de otros títulos, Por un lado, se enfatiza el concepto de sistema interconectado en la materia de *Infraestructuras y sistemas conectados* donde en 27 ECTS, se proporciona una sólida formación en arquitecturas de procesamiento masivo pero al mismo tiempo, se profundiza notablemente en el concepto de red de comunicaciones, desde las redes de sensores a las redes 5G. Estos contenidos tienen como objetivo que el estudiante sea consciente de que la comunicación de los datos es en sí un elemento esencial de la ingeniería de datos y que no debe ser ignorada. Otros 27 ECTS se dedican a *Programación y computación en la nube*, ya que la computación en la nube va a desempeñar sin duda un papel fundamental en la ingeniería de datos desde un punto de vista de infraestructura de sistemas conectados. Por lo tanto, arrancando de los fundamentos de la programación, hay que profundizar en conocimientos como tecnologías web e ingeniería big data y la propia computación en la nube.

El *Ciclo de vida del dato* responde igualmente a una convicción de nuestro título con el objetivo de desarrollar en su completitud las distintas fases de procesamiento del dato para así tomar

conciencia de la cadena de valor del mismo. Este aspecto es esencial porque solo con esta visión holística será posible abordar los retos de desarrollar aplicaciones sectoriales y proyectos de ingeniería focalizados en las demandas actuales de nuestro sistema productivo. Este módulo dedica 24 ECTS a la adquisición y almacenamiento de datos focalizando la formación tanto en los sistemas de adquisición del dato a partir de la señal como en la compresión, clasificación y limpieza de información para extraer la relevancia del mismo. Por otro lado, es esencial aportar una base sólida sobre la gestión de las distintas bases de datos relacionales y no relacionales como sistemas de almacenamiento. La otra materia de este módulo es *Análisis de señales y datos* con 18 ECTS que aporta los fundamentos de la ciencia de datos necesarios para completar la cadena de valor haciendo especial énfasis en clasificación y limpieza de datos, aprendizaje automático y en la visualización de resultados.

El módulo de *Aplicaciones sectoriales y proyectos de ingeniería* responde igualmente a una apuesta específica de nuestro título identificando la ingeniería de datos como una formación que dé respuesta, de manera dinámica, a los sectores en cada momento de mayor proyección. Se dedican 18 ECTS en la materia de *Aplicaciones de la Ingeniería de datos* a desarrollar aspectos comunes de la ingeniería de datos como pueda ser la ciberseguridad, el procesado avanzado de señales y datos, como el aprendizaje profundo. Todo ello focalizado a desarrollar los aspectos comunes de distintas aplicaciones sectoriales englobando el ciclo de vida completo del dato. Una segunda materia dedicada a *Proyectos de ingeniería de datos* dedica 15 ECTS a aportar esta visión holística que ya hemos mencionado profundizando en una selección, que debe cambiar con el tiempo, de sectores abordados bajo la perspectiva de desarrollar proyectos de ingeniería completos.

En las asignaturas del módulo de *Aplicaciones sectoriales y proyectos de ingeniería*, se contará con profesores de otras Escuelas de la UPM para aumentar la diversidad de los sectores tratados en dicha materia.

El módulo de *Inglés* (6 ECTS) es necesario para asegurar la proyección internacional de nuestros egresados tanto a nivel de integración en equipos de grandes multinacionales como también requisito esencial para ofertar nuestros productos en el extranjero.

El módulo de *Optatividad* con 24 ECTS proporciona la capacidad de especialización para el estudiante. Los profesionales que apoyan esta propuesta de título tienen una muy amplia experiencia en proyectos internacionales y nacionales en diversos sectores como garantía de que estas asignaturas van a proporcionar una visión actualizada de los contenidos impartidos. Como complemento, los alumnos van a poder optar de hasta 12 ECTS como prácticas en empresas para completar su formación académica con la perspectiva profesional de una empresa del sector.

Por último, el *Trabajo Fin de Grado* de 12 ECTS es el aspecto final de la formación del estudiante en el cual se desarrollará con gran detalle alguna de las temáticas ya planteadas en las asignaturas cursadas bajo la supervisión de grandes profesionales del sector, así como de profesores e investigadores de otras Escuelas de la UPM (en los términos que indique la normativa aplicable).

De forma general, se ha usado como unidad mínima para definir una asignatura 6 ECTS. No obstante, con el objetivo de hacer coherentes los contenidos de algunas asignaturas que no alcanzan los 6 ECTS, se han definido 7 asignaturas de 3 ECTS, evitando que aparezcan contenidos diversos en la misma asignatura. Asimismo, la asignatura de Proyecto de ingeniería de datos se ha definido con 9 ECTS, puesto que esta asignatura los estudiantes abordarán un proyecto en grupo que integra todos los aspectos del ciclo de vida aplicados a algún sector concreto, cuya dedicación alcanzará 9 ECTS.

La siguiente tabla muestra el detalle de la división del Plan de Estudios en módulos, materias y asignaturas.

Tabla 16. División en módulos, materias y asignaturas del Plan de Estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Módulo	Materia	ECTS	Asignatura	Tipo	ECTS/asignatura
Matemática aplicada y estadística	Matemática aplicada	30	Álgebra	Básica	6
			Cálculo	Básica	6
			Modelos matemáticos y matemática discreta	Básica	6
			Optimización	Básica	6
			Señales y Sistemas	Básica	6
	Estadística	12	Inferencia estadística y series temporales	Básica	6
			Probabilidad y señales aleatorias	Básica	6
Contexto social y profesional	Habilidades profesionales y contexto social	18	Introducción a la Ingeniería de Datos	Obligatoria	3
			Desarrollo de habilidades profesionales	Obligatoria	3
			Desarrollo profesional del ingeniero de datos	Obligatoria	3
			Marco ético y legal	Obligatoria	3
			Técnicas de soporte a la decisión	Obligatoria	6
	Empresa	9	Fundamentos de gestión empresarial	Básica	6
			Emprendimiento y modelos de negocio	Obligatoria	3
Infraestructuras, sistemas conectados y computación en la nube	Infraestructuras y sistemas conectados	27	Fundamentos de procesamiento de datos	Básica	6
			Arquitecturas de procesamiento masivo de datos	Obligatoria	6
			Redes y servicios de comunicaciones	Obligatoria	6
			Redes de sensores	Obligatoria	6
			Sistemas de comunicaciones para ingeniería de datos	Obligatoria	3
	Programación y computación en la nube	27	Programación	Básica	6
			Programación para big data	Obligatoria	6
			Ingeniería big data en la nube	Obligatoria	6
Ciclo de vida del dato	Sistemas de adquisición y almacenamiento de datos	24	Computación en la nube	Obligatoria	6
			Tecnologías web	Obligatoria	3
			Bases de datos relacionales y datos estructurados	Obligatoria	6
			Bases de datos no relacionales y distribuidas	Obligatoria	6
	Análisis de señales y datos	18	Teoría de la Información	Obligatoria	6
			Sistemas de adquisición de datos	Obligatoria	6
Aplicaciones sectoriales y proyectos de ingeniería	Aplicaciones de la ingeniería de datos	18	Aprendizaje automático	Obligatoria	6
			Análisis y visualización de datos	Obligatoria	6
			Análisis de señal	Obligatoria	6
	Proyectos en ingeniería de datos y sistemas	15	Ciberseguridad y protección de datos	Obligatoria	6
			Procesado avanzado de señales y datos	Obligatoria	6
Inglés	Inglés	6	Uso profesional de la lengua inglesa	Obligatoria	6
Optatividad y Prácticas Académicas Externas	Optativas	24	Optativas	Optativa	24
Trabajo Fin de Grado	Trabajo Fin de Grado	12	Prácticas Académicas Externas	Optativa	12
			Trabajo Fin de Grado	Trabajo Fin de Grado	12

5.1.2 Justificación de contenidos en ingeniería y sistemas de datos

El Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos se divide en un conjunto de módulos, materias y asignaturas que cubren contenidos formativos de ingeniería de datos y sistemas. Ambos aspectos están íntimamente relacionados en las diferentes partes de la cadena de valor del dato, por lo que la división en módulos y materias no separa de forma estricta contenidos de ingeniería de datos y contenidos de sistemas.

Las asignaturas y materias que componen la ingeniería de datos responden a una formación específica para el tratamiento eficiente de grandes volúmenes de datos de diferente naturaleza (estructurados y no estructurados) que facilitan los procesos productivos y la toma de decisiones, respetando el marco ético y legal del tratamiento de datos. Las asignaturas específicas de ingeniería de datos y materias en las que se encuadran son:

- Materia Habilidades profesionales y contexto social (15 ECTS)
 - Asignatura: Introducción a la ingeniería de datos (3 ECTS)
 - Asignatura: Desarrollo profesional del ingeniero de datos (3 ECTS)
 - Asignatura: Marco ético y legal (3 ECTS)
 - Asignatura: Técnicas de soporte a la decisión (6 ECTS)
- Materia Programación y Computación en la nube (18 ECTS)
 - Asignatura: Programación para Big Data (6 ECTS)
 - Asignatura: Ingeniería big data en la nube (6 ECTS)
 - Asignatura: Computación en la nube (6 ECTS)
- Materia: Adquisición y almacenamiento de datos (6 ECTS)
 - Asignatura: Teoría de la Información (6 ECTS)
- Materia Análisis de señales y datos (12 ECTS)
 - Asignatura: Aprendizaje Automático (6 ECTS)
 - Asignatura: Análisis de señal (6 ECTS)
- Materia: Aplicaciones de la ingeniería de datos (12 ECTS)
 - Asignatura: Procesado avanzado de señales y datos (6 ECTS)
 - Asignatura: Aplicaciones sectoriales (6 ECTS)

Se puede comprobar, por tanto, que el número de ECTS dedicados específicamente a la ingeniería de datos, es **62 (25%)**.

En lo que se refiere a sistemas, entendiendo como tales aquellas tecnologías y plataformas que, integrados en todos los puntos de la cadena de valor del dato, hacen posible desarrollar proyectos de ingeniería de datos, se recogen materias y asignaturas que son necesarias para la captación, transformación, transmisión, almacenamiento, extracción de valor y visualización:

- Sistemas para la captación (12 ECTS):
 - Asignatura: Redes de sensores (6 ECTS)
 - Asignatura: Sistemas de adquisición de datos (6 ECTS)
- Sistemas para almacenamiento (12 ECTS):
 - Asignatura: Bases de datos relacionales datos estructurados (6 ECTS)
 - Asignatura: Bases de datos no relacionales y distribuidas (6 ECTS)
- Sistemas para la transmisión y comunicación (9 ECTS):
 - Asignatura: Redes y servicios de comunicaciones (6 ECTS)
 - Asignatura: Sistemas de comunicaciones para ingeniería de datos (3 ECTS)
- Sistemas para la computación masiva (15 ECTS):
 - Asignatura: Fundamentos del procesado de datos (6 ECTS)
 - Asignatura: Arquitecturas de procesado masivo de datos (6 ECTS)
 - Asignatura: Tecnologías web (3 ECTS)
- Sistemas para la visualización (6 ECTS):
 - Asignatura: Análisis y visualización de datos (6 ECTS)
- Uso de sistemas en proyectos de datos (9 ECTS):

- Asignatura: Proyecto de ingeniería de datos (9 ECTS)

Se puede comprobar, por tanto, que el número de ECTS dedicados específicamente a los sistemas para la ingeniería de datos, es **63 (26%)**.

5.1.3 Relación entre las materias y las competencias del Plan de Estudios

Las siguientes tablas muestran las competencias básicas, generales y específicas de cada materia del plan de estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Tabla 17. Relación entre competencias básicas y generales y materias del Plan de Estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Módulo	Materia	ECTS	CB1	CB2	CB3	CB4	CB5	CG1	CG2	CG3	CG4	CG5	CG6	CG7	CG8	CG9	CG10	CG11
Matemática aplicada y estadística	Matemática aplicada	30	x	x			x									x		
	Estadística	12	x	x			x									x		
Contexto social y profesional	Habilidades profesionales y contexto social	18	x	x	x	x			x	x		x			x		x	x
	Empresa	9		x	x	x			x	x								
Infraestructuras, sistemas conectados y computación en la nube	Infraestructuras y sistemas conectados	27	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		
	Programación y computación en la nube	27	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		
Ciclo de vida del dato	Sistemas de adquisición y almacenamiento de datos	24	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		
	Análisis de señales y datos	18	x	x	x	x	x		x		x	x				x		
Aplicaciones sectoriales y proyectos de ingeniería	Aplicaciones de la ingeniería de datos	18	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x					x
	Proyectos en ingeniería de datos y sistemas	15	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
Inglés	Inglés	6				x		x					x					
Optatividad y Prácticas	Optativas	24	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		
Académicas Externas	Prácticas Académicas Externas	12		x	x				x	x	x	x			x			x
Trabajo Fin de Grado	Trabajo Fin de Grado	12		x	x	x				x	x	x			x	x	x	x

Tabla 18. Relación entre competencias específicas y materias del Plan de Estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Módulo	Materia	ECTS	CE-1	CE-2	CE-3	CE-4	CE-5	CE-6	CE-7	CE-8	CE-9	CE-10	CE-11	CE-12	CE-13	CE-14	CE-15	CE-16	CE-17	CE-18	CE-19	CE-20	CE-21
Matemática aplicada y estadística	Matemática aplicada	30	x																				
	Estadística	12		x																			
Contexto social y profesional	Habilidades profesionales y contexto social	18			x	x																	x
	Empresa	9			x	x																	
Infraestructuras, sistemas conectados y computación en la nube	Infraestructuras y sistemas conectados	27						x	x	x	x	x	x						x				x
	Programación y computación en la nube	27							x	x	x	x							x				
Ciclo de vida del dato	Sistemas de adquisición y almacenamiento de datos	24					x	x						x		x		x	x				
	Análisis de señales y datos	18					x							x	x	x							
Aplicaciones sectoriales y proyectos de Ingeniería	Aplicaciones de la ingeniería de datos	18				x							x	x	x	x	x			x			x
	Proyectos en ingeniería de datos y sistemas	15				x	x													x	x		x
Inglés	Inglés	6																					
Optatividad y Prácticas	Optativas	24																					
Académicas Externas	Prácticas Académicas Externas	12																					
Trabajo Fin de Grado	Trabajo Fin de Grado	12																				x	

5.1.4 Secuenciación de la enseñanza

La Tabla 19 recoge la secuenciación de la enseñanza por módulos del plan de estudios en Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Tabla 19. Secuenciación del Plan de Estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos por módulos y asignaturas.

Cuatrimestre 1	CÁLCULO		ÁLGEBRA		PROGRAMACIÓN		INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA DE DATOS	DESARROLLO DE HABILIDADES PROFESIONALES	FUNDAMENTOS DE PROCESADO DE DATOS	
Cuatrimestre 2	BASES DE DATOS RELACIONALES Y DATOS ESTRUCTURADOS		SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS		SEÑALES Y SISTEMAS		OPTIMIZACIÓN		MODELOS MATEMÁTICOS Y MATEMÁTICA DISCRETA	
Cuatrimestre 3	BASES DE DATOS NO RELACIONALES Y DISTRIBUIDAS		PROBABILIDAD Y SEÑALES ALEATORIAS		PROGRAMACIÓN PARA BIG DATA		REDES Y SERVICIOS DE COMUNICACIONES		USO PROFESIONAL DE LA LENGUA INGLESA	
Cuatrimestre 4	REDES DE SENSORES		TEORÍA DE LA INFORMACIÓN		FUNDAMENTOS DE GESTIÓN EMPRESARIAL		TECNOLOGÍAS WEB	SISTEMAS DE COMUNICACIONES PARA INGENIERÍA DE DATOS	INFERENCIA ESTADÍSTICA Y SERIES TEMPORALES	
Cuatrimestre 5	EMPRENDIMIENTO Y MODELOS DE NEGOCIO	DESARROLLO PROFESIONAL DEL INGENIERO DE DATOS	APRENDIZAJE AUTOMÁTICO		COMPUTACIÓN EN LA NUBE		ARQUITECTURA PARA EL PROCESADO MASIVO DE DATOS		ANÁLISIS DE SEÑALES	
Cuatrimestre 6	INGENIERÍA BIG DATA EN LA NUBE		TÉCNICAS DE SOPORTE A LA DECISIÓN		APLICACIONES SECTORIALES		PROCESADO AVANZADO DE SEÑALES Y DATOS		ANÁLISIS Y VISUALIZACIÓN DE DATOS	
Cuatrimestre 7	CIBERSEGURIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS		PROYECTOS EN INGENIERÍA DE DATOS			MARCO ÉTICO Y LEGAL	GESTIÓN DE PROYECTOS		OPTATIVIDAD Y PRÁCTICAS ACADÉMICAS EXTERNAS	
Cuatrimestre 8	OPTATIVIDAD Y PRÁCTICAS ACADÉMICAS EXTERNAS						TRABAJO FIN DE GRADO			
Módulos	MATEMÁTICA APLICADA Y ESTADÍSTICA		CONTEXTO SOCIAL Y PROFESIONAL		INFRAESTRUCTURAS, SISTEMAS CONECTADOS Y COMPUTACIÓN EN LA NUBE		CICLO DE VIDA DEL DATO		APLICACIONES SECTORIALES Y PROYECTOS DE INGENIERÍA	
Módulos	INGLÉS		OPTATIVIDAD Y PRÁCTICAS ACADÉMICAS EXTERNAS		TRABAJO FIN DE GRADO					

5.1.5 Formación de comunicación en lengua inglesa

Atendiendo a las recomendaciones de la UPM, se incluye una asignatura obligatoria de comunicación en lengua inglesa de 6 ECTS (“English for Professional and Academic Communications”), que los alumnos podrán cursar una vez hayan acreditado un nivel B2 de inglés de acuerdo con el Marco Europeo de Referencia para las Lenguas.

Esta asignatura cubre las competencias sobre lenguas extranjeras preceptivas en la Universidad Politécnica de Madrid.

Habida cuenta de que los estudiantes parten de una base de conocimientos sólida en lengua inglesa, acreditada por el certificado de nivel B2 previo que se exige, la formación en lengua inglesa se centra en desarrollar las destrezas específicas de la comunicación académica y profesional. Por tanto, más allá de los aspectos tradicionales de gramática, las clases se centran en situaciones comunicativas específicas que el ingeniero de datos encontrará en su desempeño académico y profesional. Así, para el desarrollo de las destrezas de lectoescritura, se tratan aspectos como la redacción de artículos científicos e informes técnicos, haciendo especial hincapié en las funciones retóricas como la clasificación, la definición, la descripción física y de procesos, entre otras.

En cuanto a la competencia oral, la formación en lengua inglesa aborda aspectos profesionales como las entrevistas de trabajo y otros tipos de reuniones, junto con otras situaciones comunicativas como las presentaciones orales, imprescindibles tanto en el ámbito académico como en el profesional. Asimismo, la formación en lengua inglesa capacita a los estudiantes para escribir trabajos y artículos académicos en inglés.

Otra de las competencias que se desarrollan es el trabajo en equipo, ya que gran parte de los encargos que se realizan se llevan a cabo en grupo. Al fomentar el uso de la lengua inglesa, se capacita a los futuros egresados para la comunicación en entornos internacionales y multiculturales. Por último, se fomenta la comunicación oral y escrita, siendo algunas de las enseñanzas válidas tanto para la lengua inglesa como para la comunicación de los egresados en su lengua materna. Por todo ello, la formación en lengua inglesa complementa de manera transversal la formación del futuro egresado en ingeniería de datos.

5.1.6 Optatividad

Los 24 créditos ECTS del módulo Optatividad y Prácticas Académicas Externas representan el 10% de los créditos del título Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos, y permiten al alumno completar su currículum mediante alguno de los siguientes procedimientos:

- Mediante la realización de prácticas académicas externas
- Por estudios realizados en Universidades extranjeras
- Por la superación de diversas asignaturas previstas en el plan de estudios para extender estudios a ramas afines o para intensificación y profundización de conocimientos.
- Por actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación previstas en el artículo 46.2.i de la Ley Orgánica 6/2001 de Universidades modificada por la Ley Orgánica 4/2007

Sobre las asignaturas optativas, indicar que cada curso académico habrá una oferta moderada de asignaturas, que podrán ofertarse de forma individual, o bien de forma agrupada por ámbitos, posibilitando que un alumno pueda cursar un conjunto de asignaturas optativas relacionadas con un ámbito concreto. La oferta se irá actualizando en función de los cambios tecnológicos. Asimismo, las asignaturas optativas podrán ofertarse en grupos en función de su ámbito.

En el caso de las actividades por reconocimiento de créditos, la ETSIT-UPM ha puesto en marcha en el curso 2017/18 dos programas: Pasaporte y Voluntarios ETSIT-UPM, que se describen a continuación. El objetivo de estos programas es ofrecer a los estudiantes diversas actividades para obtener estos créditos, que se van celebrando a lo largo del curso académico. El procedimiento administrativo asociado es flexible, lo que facilita la participación de los estudiantes. Ambos programas se gestionan desde la Subdirección de Extensión Universitaria.

Pasaporte ETSIT-UPM

El pasaporte de créditos de la ETSIT-UPM tiene por objetivo incentivar la asistencia y participación de los estudiantes de la Escuela en actividades y eventos que tengan especial relevancia para su formación. El contenido de estas actividades complementará el de las asignaturas que se desarrollan en los planes de estudio y/o tendrán impacto en aspectos que potencien el currículum del alumno y su proyección laboral. A modo de ejemplo, y sin el objetivo de reflejar una clasificación exhaustiva, estas actividades pueden comprender conferencias, jornadas, visitas a empresas, etc. organizadas por Aulas o Cátedras de Empresa, Departamentos, Centros o Grupos de Investigación y Asociaciones de Estudiantes con relación con la ETSIT-UPM. También pueden abarcar la participación en estudios o investigaciones.

Para los profesores que promuevan las distintas actividades a incluir en el programa, las principales ventajas serán la simplificación de trámites y una mayor difusión de la iniciativa.

Voluntarios ETSIT-UPM

Con el fin de fomentar la participación de los estudiantes en actividades de investigación, divulgación científica y acciones que ayuden a proyectar la imagen externa de la Escuela, se crea el programa Voluntarios ETSIT-UPM.

Las actividades serán propuestas desde el área de Extensión Universitaria a lo largo del curso académico, y contarán con difusión previa a través de medios físicos y electrónicos a todos los alumnos dados de alta previamente en la iniciativa.

Por su parte en la ETSIT-UPM existen diferentes actividades acreditables entre las que se pueden desatacar las siguientes:

Cursos Athens

Se incluyen en esta actividad los cursos pertenecientes al programa ATHENS. La red ATHENS (Advanced Technology Higher Education Network/SOCRATES) está formada por centros universitarios europeos relacionados con las diferentes ramas de la ingeniería. El programa

ATHENS ofrece cursos en inglés de una semana en las distintas instituciones que la componen. Estos cursos constan de 30 horas lectivas y 15 horas de actividades culturales.

Seminarios internacionales de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación

Esta actividad pretende incentivar a los alumnos en la participación de los Seminarios organizados por la ETSIST-UPM dentro de los acuerdos y relaciones establecidos con instituciones extranjeras de investigación y docencia. Las fechas de celebración dependerán de la coordinación con los expertos internacionales dentro de los acuerdos de intercambio que tiene la Escuela. Esta actividad está dirigida a los alumnos de los dos últimos cursos de Grado y los seminarios se imparten mayoritariamente en inglés.

5.1.7 Trabajo Fin de Grado

Para la obtención del título de Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos, es obligatoria la realización del Trabajo Fin de Grado, consistente en un Ejercicio original a realizar individualmente por cada estudiante, cuyos objetivos, explicación de contenidos y conclusiones se plasman en una memoria, que deberá presentar y defender ante un tribunal universitario. Los miembros de este tribunal evaluarán tanto la memoria como la presentación realizada y el rigor en el debate posterior.

El TFG consiste en un proyecto en el ámbito de una de las tecnologías específicas de la titulación, de naturaleza profesional en el que se sintetizan e integren las competencias adquiridas. En el Plan de estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos, el TFG es una asignatura curricular más situada en el último semestre con una dedicación de 12 ECTS.

La asignación de tema y tutor a un estudiante de TFG se podrá realizar o bien a partir de la publicación de ofertas de TFG realizadas por los departamentos participantes en el título o por empresas, o bien por acuerdo previo específico del estudiante con un tutor para desarrollar el TFG en un tema concreto. La tutorización del TFG se podrá realizar o bien por un profesor de alguno de los departamentos participantes en la titulación, o bien por un investigador o profesional externo a la Universidad que desempeñe su labor en el ámbito de las tecnologías específicas de la titulación. En este segundo caso, un profesor de alguno de los departamentos participantes en el título debe canalizar los trámites administrativos relativos a la correcta realización del TFG.

A diferencia del resto de asignaturas, el alumno debe inscribir el TFG, presentando un documento en el que se incluyan al menos el título, el tutor y un resumen de los objetivos y la metodología previstos, para que sea aprobado por la Comisión Académica de la Titulación, como paso previo a que pueda ser defendido. Esta Comisión Académica vela para que el título, temática, objetivos, tareas propuestas y tutor cumplan con los requisitos definidos para el TFG, todo ello bajo el marco normativo del Trabajo Fin de Titulación, que será el mismo independientemente del centro en el que el TFG sea tutorizado y defendido. Gracias a la actividad de investigación y la relación con empresas de los grupos de investigación de las dos escuelas, muchos de los TFGs se realizarán asociados a proyectos de investigación en los que participan profesores del Grado, lo que permitirá al estudiante especializarse en una temática de su interés.

Por otro lado, las empresas con las que la ETSIT-UPM y la ETSIST-UPM tienen acuerdos pueden ofertar temas para TFGs para los estudiantes del Grado. Este hecho contribuye a que el alumno pueda acercarse a la actividad profesional.

En el módulo de Trabajo Fin de Grado se contará con otros centros de la UPM para definir y tutorizar temas de TFG en el ámbito de la ingeniería y sistemas de datos, siempre de acuerdo a la normativa aplicable.

5.1.8 Prácticas Académicas Externas

Las Prácticas Académicas Externas son actividades de naturaleza formativa realizadas por los estudiantes y supervisadas por la Universidad, con el objetivo de aplicar y complementar los conocimientos adquiridos en su formación académica, favoreciendo la adquisición de competencias para el ejercicio de actividades profesionales.

Si bien en el plan de estudios no se contempla la realización de prácticas externas con carácter obligatorio, sí se prevé que estas puedan ser realizadas de forma opcional por los estudiantes, hasta un máximo de 12 ECTS. Por cada 30 horas de prácticas se reconoce 1 crédito ECTS. Estas estancias pueden consistir en prácticas en empresas, entendiendo éstas en el sentido amplio que se recoge en la siguiente recomendación del documento “Requisitos y Recomendaciones para la Implantación de Planes de Estudio en la UPM” aprobado por el Consejo de Gobierno de la UPM:

Se recomienda considerar como prácticas en empresa aquellas prácticas que se realicen en entidades inscritas en el registro mercantil, en entidades públicas no universitarias, en oficinas y estudios de profesionales que realicen el ejercicio libre de la profesión, en fundaciones o entidades sin ánimo de lucro cuyo trabajo esté vinculado con las titulaciones impartidas en la UPM y las que se desarrollen en alguno de los organismos del Parque Científico y Tecnológico de la UPM estando vinculadas a proyectos de I+D+i. Asimismo se recomienda prever mecanismos en los Planes de Estudio para que, a propuesta de la(s) Comisión(es) de Ordenación Académica, puedan ser acordadas por los Órganos Colegiados de Gobierno que tengan asignado el control académico de la titulación otras actividades realizadas por los estudiantes.

Las Prácticas Académicas Externas se ofrecen en dos modalidades:

- **Prácticas curriculares:** realizadas por los alumnos como actividades académicas integradas en el Plan de Estudios. En el caso de la ETSIT-UPM, dentro de los créditos optativos.
- **Prácticas extracurriculares:** las realizan los estudiantes de forma voluntaria durante su periodo de formación y, aun teniendo los mismos fines que las curriculares, no forman parte del correspondiente Plan de Estudios. No obstante, serán contempladas en el Suplemento Europeo al Título.

Las principales normativas bajo las que se regulan la Prácticas Académicas Externas son:

- Real Decreto 592/2014, de 11 de julio, por el que se regulan las prácticas académicas externas de los estudiantes universitarios.

- Normativa de Prácticas Académicas Externas de la Universidad Politécnica de Madrid, aprobada por el Consejo de Gobierno de la UPM en su sesión de 28 de febrero 2013.

En el procedimiento seguido en la actualidad, las empresas realizan su oferta de plazas bien directamente en la oficina de Prácticas en Empresas de la ETSIT-UPM o bien a través de la Fundación “Rogelio Segovia” para el progreso de las telecomunicaciones (FUNDETEL), aquellas empresas con las que ésta tiene firmado un convenio de cooperación educativa.

Además, la ETSIT-UPM mantiene relación con más de 450 empresas nacionales e internacionales del sector. Algunas de esas prácticas se desarrollan desde la Escuela en el marco de convenios con estas empresas (por ejemplo, a través de Cátedras Universidad -Empresa y Aulas Empresa).

Las prácticas ofertadas a través de la ETSIT-UPM están disponibles en la web dentro de la sección de Prácticas y Empleo.

También lo hacen en la página web del Centro de Orientación e Información de Empleo de la Universidad Politécnica de Madrid (COIE-UPM), en la que se mantiene una lista, constantemente actualizada, de las plazas ofertadas por empresas a alumnos de la UPM, de todos sus centros, para estancias de prácticas académicas externas.

Punto de contacto del COIE: <https://www.coie.upm.es/>

La tabla siguiente recoge el número de alumnos de la ETSIT-UPM y de la ETSIST-UPM que han realizado prácticas académicas externas, en los últimos años académicos. El número ha ido creciendo en los últimos años en ambas Escuelas, lo que demuestra el interés de alumnos y empresas.

Tabla 20. Prácticas en Empresas realizadas por estudiantes de la ETSIT-UPM y ETSIST-UPM en los últimos cursos académicos.

Curso académico	Prácticas Académicas Externas	
	ETSIT-UPM	ETSIST-UPM
2015/16	302	280
2016/17	331	345
2017/18	339	399
2018/19 (estimado a final de curso)	430	331

La siguiente tabla muestra la relación de empresas con las que actualmente existen acuerdos de prácticas académicas externas, y que serán destino de los estudiantes del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Tabla 21. Relación de acuerdos de prácticas académicas externas.

ACCENTURE SL	INFORMATICA BIOMEDICA
ACUNTIA SA	Ingeniería y Economía del Transporte S.A
AENOR Internacional	INNOVACIÓN Y SOLUCIONES DE GESTIÓN, S.L.

AIRBUS	Instituto de Investigación Sanitaria Fundación Jiménez Díaz UTE
AllianTech	Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
ALTEN S.P.A.IN. S.A.	Integra ITO SL
ALTRAN INNOVACIÓN SL	ISBAN, S.L.
APLICACIONES DE TELECOMUNICACIONES Y TELECONTROL, S.A.	ISDEFE, Ingeniería de Sistemas para la Defensa de España S.A.
ARCA TELECOM SL	Kairos Digital Solutions
ARGOTEC SOLUCIONES INNOVADORAS EN TELECOMUNICACIONES S.L.	KPMG SA
ASTROM TECHNICAL ADVISORS, S.L.	LASING, S.A.
ATOS IT SOLUTIONS AND SERVICES IBERIA SL	LCC WIRELESS COMM SERV ESPAÑA, S.A.
AVANADE SPAIN SLU	Life Supporting Technologies
AYSCOM Celular de Servicios, S.L	LIVENTUS INC.
Banco de España	LOGICALIS SPAIN SLU
BBVA	MAINTENANCE DEVELOPMENT, S.A. (MDtel Telecomunicaciones)
Beledger Technology	MANAGEMENT SOLUTIONS
BI GEEK SOFTWARE SL	Managing and innovation business partners
Britel Consulting S.L.	MashMeGroup S.L
BRITISH TELECOM ESPAÑA	MeaningCloud Europe SL
CAPGEMINI	Meirovich Consulting SL
CARL ZEISS MEDITEC IBERIA, SAU	Meta4 Spain SA
Caser Seguros, S.A.	Mirada Iberia S.A.U
Centro de Automática y Robótica	MNI Technology on Rails, S.L
Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)	Neboola Startups SL
CENTRO DE TECNOLOGÍA BIOMÉDICA	NFON Iberia
Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares Carlos III (F.S.P.)	NIMGenetics Medicina y Genómica S.L.
Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas - CNIO	Noaris Consulting S.L
Cirrus Logic International Spain	Nutriapp S.L.
Computadoras, Redes e Ingeniería, S.A.U. (CRISA)	ONGAWA Ingeniería para el Desarrollo Humano
Consultora de Telecomunicaciones Optiva Media, S.L.	OPEN DIGITAL SERVICES SL.
Deloitte Consulting, S.L.U.	Optiva Media
DELOITTE FINANCIAL ADVISORY, S.L.U.	ORANGE ESPAGNE SAU
Disatec Informática, S.L.	PATENTES TALGO, S.L.
DXC Technology Spain SA	PHILIPS IBERICA, S.A.
Elecnor SA	Procono S.A.
ENERTIS SOLAR, S.L.	RBZ Robot Design S.L.
Epic Labs	REDSYS
ERNST & YOUNG SL	REPSOL SA
EVERIS SPAIN SL	RETEVISIÓN I, S.A.U.
Experis ManpowerGroup, S.L.U.	RGB Medical Devices S.A

Expleo Iberia	RISK MANAGEMENT SOLUTIONS SL
FUJITSU TECHNOLOGY SOLUTIONS, S.A.	SGAE
FUNCIONA SOLUCIONES INFORMATICAS SL	Siemens S.A
	Sistemas Avanzados de Tecnología, S.A. (SATEC)
GE HEALTHCARE ESPANA S.A.U	SONY EUROPE B.V., sucursal en España
GE Wind Energy SL	SPOTLAB SL
GMV Aerospace and Defence, S.A.U.	Taiger Spain S.L
GMV Soluciones Globales Internet S.A.U.	Technaid S.L.
GRUPO S21 SEC GESTION	Técnicas Reunidas
HISDESAT SERVICIOS ESTRATEGICOS SA	Tecnológica Ecosistemas SAU
Hospital Clínico San Carlos	Telefónica
Hospital General Universitario Gregorio Marañón	TELEFÓNICA MÓVILES ESPAÑA
Hospital Nacional de Paraplégicos	Tower Consultores, s.l.
Hospital Universitario 12 de Octubre	TP-LINK IBERIA SL
Hospital Universitario de la Princesa	Universidad Politécnica de Madrid
Hospital Universitario Infanta Leonor	uSizy Labs S.L.
Hospital Universitario La Paz	UST Global España, S.A.U.
Hospital Universitario Puerta de Hierro	VIEWNEXT, S.A.
Hospital Universitario Ramón y Cajal	VODAFONE ESPAÑA S.A.U.
HUAWEI TECHNOLOGIES	Wemob SLL
Iberdrola España, S.A.U.	World Wide Mobility S.L.
IBM GLOBAL SERVICES ESPAÑA S.A.	YASYT Robotics
IMEX CLINIC, S.L.	YERBA BUENA VR EUROPE SL
INDRA SISTEMAS, S.A.	Zelenza

Los dos centros responsables tienen definido, en el Sistema Interno de Garantía de la Calidad, el siguiente proceso, que se tendrá en cuenta para la planificación y gestión de las Prácticas Académicas Externas:

- PR/CL/003: Proceso de Gestión de Prácticas Externas

5.1.9 Movilidad internacional

La ETSIT-UPM y la ETSIST-UPM vienen manteniendo, desde hace varios años, una política de intercambio de alumnos con numerosas Universidades extranjeras distribuidas por todo el mundo, con las que tiene firmados acuerdos. Esta política se seguirá manteniendo con la nueva titulación de Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

La planificación de las enseñanzas contempla la posibilidad de que los estudiantes puedan obtener un determinado número de créditos ECTS mediante estancias en centros extranjeros, ateniéndose al siguiente requisito del documento, antes mencionado, “Requisitos y Recomendaciones para la Implantación de Planes de Estudio en la UPM” aprobado por el Consejo de Gobierno de la UPM:

- a) En todas las titulaciones de Grado se incluirán estancias en Centros extranjeros al menos como materias optativas, pudiendo ser obligatorias en el caso de que los Centros que la tengan asignada cuenten con recursos suficientes para garantizarlas a todos sus estudiantes.*
- b) Si las estancias en Centros extranjeros se programan para que en ellas se realice exclusivamente el Trabajo Fin de Grado tendrán asignados los créditos que correspondan al TFG.*
- c) En el caso de programarse estancias en Centros extranjeros con el objeto de cursar materias en ellos, se le asignarán 30 créditos ECTS por semestre académico de duración de la estancia, debiendo tener una duración mínima de 1 semestre.*

5.1.10 Procedimientos de coordinación docente horizontal y vertical del plan de estudios

La Comisión de Ordenación Académica del título, en conexión con el Programa Institucional de Calidad y regulada por los Estatutos de la Universidad Politécnica de Madrid, será la encargada de los siguientes aspectos relativos al Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos:

- a) Informar la programación docente propuesta por los Departamentos para las correspondientes enseñanzas y proponer a la Junta de Escuela o Facultad su organización y la distribución de las evaluaciones y exámenes.
- b) Organizar con los Departamentos, cuando así lo acuerde la Junta de Escuela o Facultad, un sistema de tutela de la actividad académica de los estudiantes matriculados en dichas enseñanzas.
- c) Valorar los posibles casos de solape de contenidos de disciplinas, o de lagunas en los requisitos de asignaturas posteriores.
- d) Mediar en los conflictos derivados de la actividad docente propia de las enseñanzas afectadas.
- e) Asumir cualquier competencia que la Junta de Escuela o Facultad delegue en ella y la normativa le confiera.
- f) Constituir subcomisiones asesoras de la Comisión para desarrollar diferentes ámbitos.
- g) Informar de las propuestas de reconocimiento de créditos.
- h) Aprobar las propuestas, modificaciones y cancelaciones de Trabajos Fin de Titulación.
- i) Aprobar las propuestas de asignaturas optativas.
- j) Informar de la normativa de movilidad internacional.

Dentro de la Comisión de Ordenación Académica existen subcomisiones asesoras en diferentes asuntos, como las Prácticas Académicas Externas o los Trabajos Fin de Grado.

Además, existirán las siguientes comisiones de coordinación vertical y horizontal:

- Comisión de Coordinación Horizontal: se constituirán comisiones de coordinación académicas horizontales en cada curso o semestre, y cada una está formada por los coordinadores de las diferentes asignaturas y por el delegado de alumnos, y liderada por el coordinador de la titulación. Tiene como objetivos analizar:
 - el modo de impartición de los contenidos, la distribución de las pruebas de evaluación a lo largo del semestre y el logro de las competencias planificadas para cada módulo y materia de un mismo curso;
 - el grado de coherencia curricular en la planificación y desarrollo didáctico del curso;
 - el impacto de la innovación educativa en la calidad de los aprendizajes de los estudiantes;
 - el nivel de rendimiento global del semestre académico;
 - los resultados de la organización conjunta de prácticas formativas mediante proyectos interdisciplinares de aprendizaje, etc.
- Comisiones de Coordinación Vertical: se constituirán comisiones de coordinación vertical para coordinar los módulos y materias del Grado para asegurar la consecución de las competencias basándose en las programaciones docentes (metodologías, actividades formativas y sistemas de evaluación), evitando, por ejemplo, solapes o

repeticiones innecesarias, o detectando vacíos en los requisitos que algunas asignaturas necesiten.

Ambas comisiones informarán a la Comisión de Ordenación Académica sobre el desarrollo de la titulación, y elevarán recomendaciones y propuestas para mejorar la coordinación de materias y módulos. Además, las comisiones asumirán cualquier competencia que la Comisión de Ordenación Académica les delegue u otras que la normativa les confiera.

5.2 Planificación y gestión de la movilidad de estudiantes propios y de acogida

La UPM ha elaborado mecanismos para orientar a los alumnos extranjeros de acogida. En concreto existe un guía accesible en su Web que incluye tanto datos sobre la UPM y sus procedimientos administrativos como otros datos de interés (trámites para la entrada en España, seguros médicos, alojamiento, etc.). Esta "Guía UPM para estudiantes extranjeros" está disponible en varios idiomas y actualmente se puede consultar en la página web de la Universidad donde se informa de intercambios universitarios

<http://www.upm.es/Estudiantes/Atencion/GuiaExtranjeros>

Para la planificación y la gestión de las estancias de estudiantes propios y de acogida se tendrán en cuenta los procedimientos siguientes, definidos por el Sistema Interno de Garantía de la Calidad de los centros responsables:

- PR/CL/004: proceso de gestión de la movilidad de los Alumnos del Centro que realizan Estudios en otras Universidades, nacionales o extranjeras
- PR/CL/005: proceso de gestión de la movilidad de los Alumnos que realizan Estudios en el Centro procedentes de otras Universidades, nacionales o extranjeras IN

Planificación y gestión de la movilidad de estudiantes en la ETSIT-UPM

La ETSIT-UPM dispone de una Oficina Internacional que se encarga de realizar todas las gestiones administrativas necesarias para garantizar un proceso de movilidad eficiente y supervisado en todo momento. Dicha oficina internacional está dirigida por el Coordinador de Movilidad (el subdirector con competencias en programas de intercambio).

La Oficina Internacional de la ETSIT-UPM interacciona con la oficina de movilidad y con el vicerrectorado de relaciones internacionales de la UPM para tratar los asuntos que afectan a la movilidad a nivel de centro.

Para gestionar la movilidad, la UPM dispone de una herramienta en red con la que interactúan las oficinas internacionales de los diferentes centros para llevar de una manera coordinada la movilidad a nivel global. A nivel particular, la Oficina Internacional de la ETSIT-UPM dispone de desarrollos propios que permiten realizar las tareas delegadas a cada centro de la UPM como son el reconocimiento de los estudios, cálculo de la calificación media, traducción de la calificación en formato ECTS a calificación local, etc.

Una vez al año se realiza el encuentro anual de Coordinadores Internacionales de todos los centros de la UPM, coordinado por el Vicerrectorado de Relaciones Internacionales de la UPM. En dichas reuniones se plantean los objetivos de movilidad a nivel UPM y se debaten aspectos

de la gestión de los programas de movilidad con el objetivo de mejorar y simplificar los procesos administrativos asociados.

En lo que se refiere a la participación de estudiantes de la ETSIT-UPM en programas de movilidad, de acuerdo con lo establecido con carácter general para la Universidad Politécnica de Madrid en el documento “Requisitos y Recomendaciones para la Implantación de Planes de Estudio en la UPM” aprobado por el Consejo de Gobierno de la UPM, los estudiantes podrán realizar estancias en Centros extranjeros para elaborar exclusivamente su Trabajo de Fin de Grado, con una asignación de 12 créditos, o bien para cursar además otras asignaturas del centro de destino, en cuyo caso la estancia tendrá una duración de un semestre y una asignación de, como mínimo 27 créditos ECTS.

No obstante, se contempla también la posibilidad de que, en función del contenido de los planes de estudio de los socios académicos internacionales y de la coincidencia del desarrollo de competencias entre dichos planes de estudio y el que nos ocupa, los estudiantes puedan cursar además créditos adicionales que podrían ser reconocidos como materias distintas de las optativas.

El contenido del programa de estudios a realizar en el periodo de movilidad será pactado con anterioridad por el alumno y el coordinador de movilidad de la ETSIT-UPM, en forma de un contrato de estudios, que garantice el reconocimiento de los créditos ahí expresados una vez que el alumno regrese de su periodo de movilidad.

Para el cálculo de la calificación que se incorporará al expediente del estudiante, se realizará la media ponderada de las calificaciones obtenidas en el centro de destino (convertidas a percentil) y, en base a la distribución estadística de las calificaciones locales en la ETSIT-UPM, se procederá al cálculo de la calificación local que corresponde a dicho percentil.

Para orientar a los alumnos en los programas de movilidad, se realizan 2 sesiones informativas generales al año. Una primera sesión al comienzo del curso, en el que se explican las condiciones de movilidad, los requisitos de reconocimiento, los mecanismos de información disponibles y, en general, toda información de carácter general que pudiera resultar de interés a los alumnos que pretenden participar en un programa de movilidad. La segunda sesión informativa, que tiene lugar en los meses de diciembre o enero, se lleva a cabo una vez que se ha publicado la oferta de movilidad para el curso académico siguiente. En dicha oferta de movilidad se publican los destinos, junto con el número de plazas disponibles, los requisitos de idioma necesarios y la modalidad de intercambio o programa asociado a dicho destino. El objetivo de esta segunda reunión, es pormenorizar en los detalles concretos de cómo realizar la solicitud de movilidad para la oferta concreta, así como conocer los plazos que han de cumplirse.

Una vez finalizado el plazo de solicitud de destinos, se reúne la Comisión de Selección de programas de movilidad (formada, al menos por el Coordinador Movilidad, el Subdirector Jefe de Estudios y personal administrativo de la oficina internacional) quienes realizarán la adjudicación de plazas. Finalizado el plazo de reclamaciones a dicha adjudicación, se organiza una tercera reunión informativa con los estudiantes adjudicatarios para informarles acerca de los procesos administrativos que deben realizar y confeccionar el borrador final de contrato de estudios.

A partir de este momento, la oficina internacional de la ETSIT-UPM mantiene contacto directo con el estudiante para seguir la evolución de los trámites administrativos a realizar por éste,

asesorándole en todo momento y, será también la encargada del seguimiento a nivel administrativo de su estancia en el centro de destino. Desde el punto de vista académico, cualquier asesoría o consulta la resolverá directamente el Coordinador de Movilidad de la ETSIT-UPM.

Una vez completado el periodo de estudios por parte del estudiante, la Oficina Internacional de la ETSIT-UPM recepcionará todos aquellos documentos necesarios para el reconocimiento de créditos, como son, el contrato de estudios definitivo y el certificado de calificaciones original que contenga las asignaturas y/o materias o actividades desarrolladas por el estudiante durante el programa de movilidad. A la recepción de dichos documentos, el Coordinador de Movilidad realizará la conversión de las calificaciones correspondientes a la nota local y expedirá un acta dando orden de su inclusión en el expediente del alumno.

En lo que se refiere a estudiantes de movilidad “entrantes” en la ETSIT-UPM, desde el momento en que son nominados por los centros de destino, la Oficina Internacional de la ETSIT-UPM contacta con ellos para comenzar a asesorarles en todos los aspectos necesarios (desde los puramente administrativos hasta los académicos). Ya desde el primer momento, y gracias al Proyecto MENTOR de la ETSIT-UPM, los alumnos entrantes, disponen desde antes de su llegada, de un alumno Mentor, que les ayudará en cualquier aspecto que necesiten. Alojamiento, primer asesoramiento en cuanto a asignaturas a cursar, que después será revisado y comentado por el Coordinador de movilidad.

Tras su llegada, y una vez que ya han pasado por la oficina internacional para anunciar su llegada, se realiza la “Welcome Reception”. Una reunión a la que asisten todos los estudiantes entrantes y en la que participan también los alumnos mentores, para aclarar aspectos relacionados con los procesos administrativos que deben realizar y para que conozcan a sus compañeros de movilidad. Para mantener el contacto y facilitar la integración de estos estudiantes, además de contar con los Mentores, la Oficina Internacional ETSIT-UPM organiza semanalmente el “Club Internacional”. Una reunión informal en la cafetería del Centro para que los alumnos extranjeros y los nacionales tengan un punto de encuentro para comentar, debatir y aclarar dudas acerca de las opciones de movilidad y puedan recibir información de “primera mano” de los centros socios académicos.

Aparte de estas actividades, la oficina internacional, junto con asociaciones de estudiantes realiza actividades varias a lo largo de cada semestre como pueden ser, tandems para aprendizaje de idiomas, ciclos de cine internacional, excursiones, y otro tipo de eventos sociales que faciliten la integración de los estudiantes.

Planificación y gestión de la movilidad de estudiantes en la ETSIST-UPM

Los procesos de planificación y la gestión de las estancias de estudiantes ETSIST y entrantes se gestionan en la práctica por la Subdirección de Relaciones Externas de la Escuela (SRE) junto con la Oficina de Movilidad de Estudiantes de la UPM (OMI) y con Sección de Gestión Académica de la UPM, en este caso, para el programa SICUE.

Tanto el Rectorado UPM como la Escuela tienen accesible la información relativa a los programas de movilidad en sus páginas webs:

<http://www.upm.es/Estudiantes/Movilidad>

<https://www.etsist.upm.es/internacional>

En estos enlaces estás disponibles las convocatorias de plazas y ayudas, los formularios de solicitud, las resoluciones de adjudicación, así como los documentos y trámites a cumplir por los estudiantes seleccionados para cada programa. Adicionalmente se publica información práctica y de utilidad para estudiantes salientes y entrantes.

Las tres oficinas implicadas en las movilidades (SRE, OMI y Gestión Académica) disponen de correos electrónicos para comunicarse con los estudiantes, con los coordinadores socios y para resolver todas las cuestiones que surjan antes, durante y después de la movilidad:

movilidad.etsist@upm.es

erasmus@upm.es

gestion.academica@upm.es

El correo electrónico es la herramienta de trabajo y de comunicación fundamental para los responsables y personal de movilidad. A través del e-mail se hacen prácticamente todas las gestiones: firma de acuerdos bilaterales, negociación de contratos de estudios, envío de documentos requeridos para la beca, realización de encuestas.

En cuanto a movilidad internacional se refiere, el Vicerrectorado de Estrategia Académica e Internacionalización realiza reuniones mensuales (cada vez en una Escuela) para tratar los temas que afectan a los coordinadores y Subdirectores del área.

Dependiendo de cada programa de movilidad, los requisitos de solicitud y el proceso de selección varían. En este sentido, la SRE sigue las indicaciones de las convocatorias publicadas por el Rectorado. En el caso del Erasmus+, cada Centro puede añadir unos requisitos de solicitud y adjudicación, que en el caso de la ETSIST son:

Requisitos específicos de la ETSIST-UPM:

- En el momento de la solicitud: tener superadas todas las asignaturas de primer curso de Grado (en la medida de lo posible se tendrá en cuenta la convocatoria de exámenes de enero).
- Al inicio del intercambio: tener superados 120 ECTS.
- Para realizar estudios de Máster: el alumno debe estar matriculado en el programa de Máster de la ETSIST antes de iniciar su intercambio.
- Cumplir los requisitos de nivel de idioma exigidos por la UPM y por el Centro de destino.

Criterios de adjudicación de la ETSIST-UPM:

- Nota media.
- Nivel de idioma.
- Créditos superados.
- Carta de motivación

La adjudicación de las plazas en Erasmus+ la hace la SRE siguiendo los criterios arriba indicados. Para otros programas, la SRE recibe las solicitudes y comprueba que los estudiantes cumplen

con los requisitos establecidos por cada convocatoria (SMILE, SICUE, Asia, EE.UU&Canadá) para su remisión al Vicerrectorado correspondiente.

Toda la información referente a las movilidades se distribuye y difunde a través de varios medios:

- Sesión informativa en diciembre cuando las convocatorias de movilidad internacional ya están publicadas por el Rectorado.
- En la web se publica tanto las diapositivas de la sesión informativa como las convocatorias, formularios, requisitos y plazos de cada uno de los programas.
- A través de correo electrónico se van enviando actualizaciones sobre plazos y resoluciones y otros trámites relativos a las adjudicaciones (reclamaciones, renunciaciones).
- En redes sociales publicamos avisos importantes sobre las distintas convocatorias.

Adicionalmente, la OMI organiza una sesión informativa para los estudiantes seleccionados en el programa Erasmus+. La SRE ayuda en la organización de este encuentro (realizado para todas las Escuelas de Campus Sur).

En el momento que un estudiante consigue un intercambio, esta SRE lleva un seguimiento del proceso de solicitud con la Universidad de destino, informándole de los plazos y trámites que debe realizar y haciendo de enlace entre estudiante y coordinador de destino para cerrar su proceso de admisión con las debidas garantías.

Asimismo, la SRE recuerda a los estudiantes participantes de los trámites requeridos por cada programa, ya sea a efectos de beca o de cumplimiento de obligaciones administrativas. Los asuntos académicos también son resueltos por la SRE de tal manera que la estancia del estudiante tenga plenas garantías de reconocimiento.

Todos estos trámites se realizan a través de correo electrónico, tanto los avisos que puedan afectar a varios estudiantes de un mismo programa o en una misma situación, como las cuestiones particulares surgidas. A continuación, indicamos algunos de estos procesos y mensajes:

- Trámites exigidos para la beca (Erasmus+): seguro, certificados de llegada y estancia, de notas.
- Matrícula para estudiantes de intercambio.
- Indicaciones sobre el contrato de estudios y sus modificaciones.
- Plazos para el envío del anteproyecto (en el caso de hacer el TFG).
- Recordatorios antes de acabar la movilidad.
- Encuesta de satisfacción.

Todos estos mensajes están apoyados con la información publicada en la web de la Escuela (incluyendo enlaces a la misma).

Con respecto a la matrícula, la SRE mantiene contacto directo con la Secretaría de Alumnos para acordar con ella todo lo referente a este proceso de tal modo que se pueda dar una información adecuada a los estudiantes sobre este proceso. La SRE se encarga de autorizar la matrícula en optativas, de revisar el código E en la matrícula de los estudiantes seleccionados, así como de realizar las modificaciones derivadas de un cambio en el contrato de estudios.

En cuanto al reconocimiento de los intercambios, la SRE tiene un procedimiento común a todos los programas de movilidad publicado en la web. El proceso de negociación del programa de estudios se basa en una tabla de equivalencias (documento de trabajo interno común para todas las movilizaciones) que propone el estudiante y sobre el que se trabaja hasta llegar a un acuerdo entre estudiante y coordinador para poder formalizarlo en un contrato de estudios (siguiendo el formato de cada programa).

A la vuelta del intercambio y con el certificado de notas de la Universidad de destino la SRE realiza las actas de reconocimiento de las movilizaciones donde se incluyen todas las asignaturas acordadas en el contrato de estudios. La SRE también se encarga de incluir estas actas de reconocimiento en el expediente del estudiante.

En cuanto a estudiantes entrantes, la SRE hace una gestión integral de sus movilizaciones:

- Recibe las nominaciones de las Universidades de origen.
- Envía la información sobre el proceso de solicitud (a estudiantes nominados y coordinadores de origen).
- Envía las cartas de aceptación junto con el contrato de estudios, junto con comentarios sobre las asignaturas e información práctica (calendario académico, seguro, alojamiento).
- Una vez tramitadas las altas por el Vicerrectorado correspondiente, realiza la matrícula de las asignaturas acordadas.
- Organiza la jornada de bienvenida con el apoyo de Delegación de Alumnos y asociación BEST.
- Solicita la cuenta del estudiante en la UPM y le envía la información relativa a los recursos disponibles.
- Tramita los documentos solicitados por estos estudiantes (certificados de llegada, de horarios, de matrícula).
- Asesora sobre el posible cambio de asignaturas.
- Encuesta de satisfacción.

Adicionalmente, las Escuelas del Campus Sur solicitamos al Centro de Lenguas abrir un grupo del curso de español en el campus para facilitar la participación de estos estudiantes en dicho curso.

También a nivel de campus, las Escuelas organizamos un encuentro informal con estos estudiantes (denominado “picnic internacional”) en el que invitamos a profesores y otros estudiantes de la Escuela.

La ETSIST-UPM también participa activamente en el programa ATHENS, intentando ofertar cursos en ambas sesiones (marzo y noviembre). La Escuela, siempre que haya disponibilidad presupuestaria, se encarga de las comidas de los estudiantes participantes en nuestros cursos.

5.3 Actividades formativas

Las actividades formativas que se usarán en las asignaturas de la titulación son:

- CT: Clases Teóricas
- CP: Clases de problemas

- ST: Seminarios y Talleres
- CL: Clases Prácticas de laboratorio
- TU: Tutorías
- EI: Estudio y Trabajo Individual
- EG: Estudio y Trabajo en Grupo
- PE: Prácticas Académicas Externas
- OA: Otras Actividad Formativas

Para el logro de los objetivos académicos planteados en este grado se establecen una serie de actividades formativas mediante las cuales el estudiante pueda conocer, trabajar, aplicar e integrar las competencias tanto de base teórica como aquellas de naturaleza práctica, facilitando así un dominio de la materia que le permita dar respuestas a las demandas planteadas, tanto en el contexto académico como, una vez finalice sus estudios, en el mundo laboral. Cabe decir que la aplicación y desarrollo de dichas actividades será contextualizado a la materia y asignatura concreta en la que se lleve a cabo.

Las actividades se pueden realizar individualmente o en grupo. En ambos casos la metodología utilizada para el desarrollo de dichas actividades debe asegurar el aprendizaje de los estudiantes medido como la consecución de los objetivos enunciados para la materia. La asistencia a clase es la actividad más habitual entre nuestros estudiantes.

El aula sigue siendo un punto de encuentro entre discentes y docentes y un elemento enriquecedor en el aprendizaje del estudiante para la adquisición no solo de competencias específicas sino también de habilidades sociales.

Presentamos a continuación los rasgos generales de las actividades formativas propuestas en el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Clases Teóricas (CT)

Exposición oral complementada con el uso de medios audiovisuales y la introducción de algunas preguntas dirigidas a los estudiantes, con la finalidad de transmitir conocimientos y facilitar el aprendizaje. Además del tiempo de exposición oral por parte del profesor, esta actividad formativa requiere del alumno la dedicación de un tiempo para preparar y revisar por cuenta propia los materiales objeto de la clase.

Las asignaturas básicas y las obligatorias en los cursos inferiores tienen una mayor proporción de esta actividad ya que es esencial en ese momento que el alumno adquiera esos conocimientos que le permitirán asentar los fundamentos de las asignaturas más avanzadas.

Clases de problemas (CP)

En una ingeniería, no se entiende la teoría como un objetivo en sí misma sino como la exposición de los conocimientos que deben servir al estudiante para enfrentarse a problemas cuya solución requiere la síntesis y la aplicación de conocimientos previamente adquiridos. Es notable en la

materia de matemáticas y estadística que esta actividad tenga un gran peso quizá incluso mayor que la exposición teórica en sí.

Seminarios y Talleres (ST)

Esta actividad formativa se lleva a cabo en grupo reducido. Esta característica hace de ella una actividad en la que el estudiante y el profesorado pueden discutir sobre la materia aclarando dudas, profundizando en los contenidos, etc. Del mismo modo resulta un escenario muy apropiado para trabajar y adquirir competencias tanto genéricas como transversales. En nuestro grado, esta actividad se concentra fundamentalmente en la materia de aplicaciones sectoriales y proyectos de ingeniería de datos. En esa materia el estudiante debe adquirir la comprensión del ciclo de vida del dato y los seminarios y talleres serán la actividad esencial para focalizar determinados aspectos específicos.

Clases Prácticas de laboratorio (CL)

Esta actividad se centra en las clases dedicadas a que el alumnado desarrolle trabajos prácticos que impliquen abordar la resolución de problemas complejos, y el análisis y diseño de soluciones que constituyan un medio para su resolución. Esta actividad puede requerir de los alumnos la presentación oral de los trabajos realizados. Los trabajos realizados por el alumnado se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo. Aunque está igualmente presente en las asignaturas obligatorias de los primeros cursos así como en las asignaturas básicas de programación o aprendizaje automático, su papel esencial se desempeña en las asignaturas más especializadas de los últimos cursos y de una manera especial en las optativas. Estas últimas asignaturas tienen como objetivo complementar los conocimientos teóricos con una aplicación práctica que asegure la adquisición de las competencias.

Tutorías (TU)

La tutoría universitaria es una actividad de carácter formativo que se ocupa del desarrollo académico de los estudiantes y de su orientación profesional. La acción tutorial debe ocuparse de los aspectos académicos de los estudiantes, de la mejora de su rendimiento, de la ampliación de sus expectativas y también de su orientación profesional. La acción tutorial puede desarrollarse antes del inicio de los estudios universitarios (orientación sobre los estudios a emprender), durante los estudios (selección del currículo) y una vez finalizados los mismos (seguimiento de los egresados). La tutoría grupal es el proceso de seguimiento de un grupo de alumnos con la finalidad de abrir un espacio de comunicación y orientación grupal, donde los alumnos tengan la posibilidad de revisar y discutir junto con su tutor temas que sean de su interés, inquietud, y preocupación, así como también para mejorar el rendimiento académico, desarrollar hábitos de estudio, reflexión y convivencia social.

Estudio y Trabajo Individual (EI)

El trabajo individual es, a nivel formativo, la actividad imprescindible que ha de realizar el estudiante para asimilar la teoría que a su vez posibilita la realización de los ejercicios y la adquisición de las competencias necesarias para su desarrollo académico. Por otro lado, también engloba la realización de memorias e informes de los laboratorios llevados a cabo, la resolución de ejercicios, etc.

Estudio y Trabajo en Grupo (EG)

El trabajo en equipo es en sí misma una competencia relevante y especialmente valiosa en el ámbito de la ingeniería, por tanto, se contempla como medio y fin. Mediante el trabajo en equipo, aparte del contenido de naturaleza técnica de la propia actividad planteada, se espera la aplicación y trabajo de competencias como el liderazgo y la coordinación. Esta actividad se pondrá de manifiesto fundamentalmente en los últimos cursos y especialmente en la materia de aplicaciones sectoriales y proyectos de ingeniería donde se definirán proyectos multidisciplinares que exigirán la colaboración de grupos de estudiantes.

Este trabajo en grupo puede a su vez conllevar la tarea de exposición de trabajos y resultados por parte del estudiante, promoviendo tanto el trabajo autónomo (preparación del material y ensayo de la presentación) como el trabajo de competencias específicas de la asignatura y transversales. Es importante que el estudiante sea consciente de la importancia de dominar las competencias relacionadas con la comunicación oral y escrita, la capacidad de negociación, planificación y organización se verán reflejadas en este tipo de actividades.

Prácticas Académicas Externas (PE)

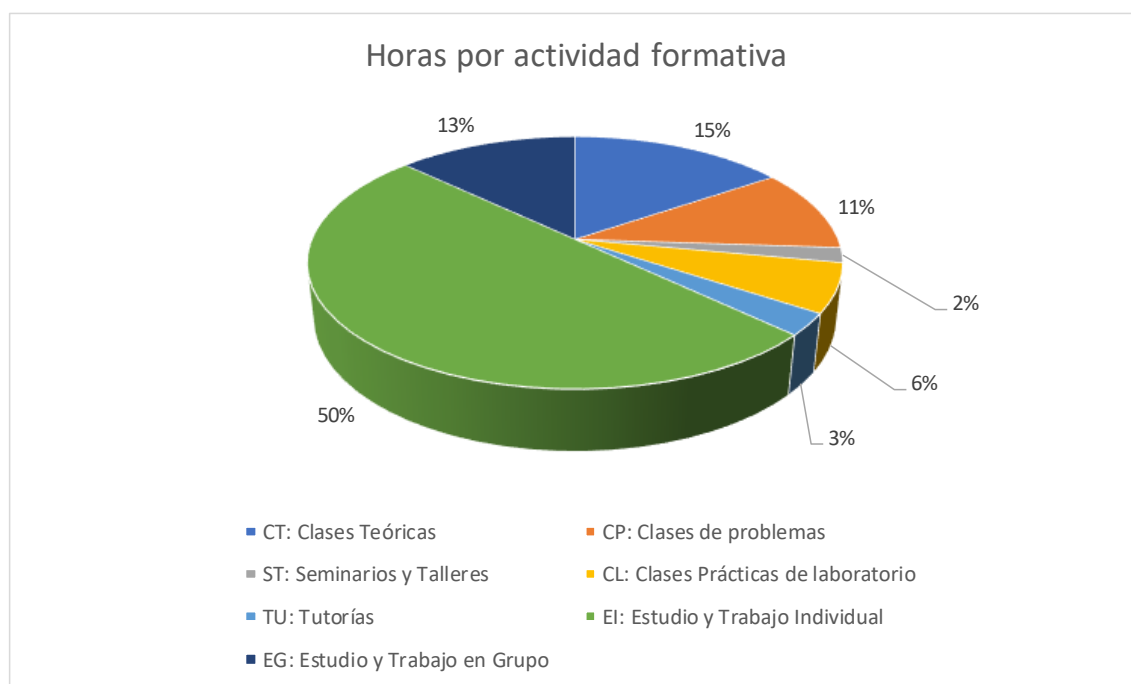
Las prácticas externas se consideran una práctica formativa basada en el desarrollo de un trabajo autorizado en una organización económica en el entorno de la asignatura de Prácticas Externas. Esta actividad permite al estudiante aproximarse a un escenario profesional real en el que debe enfrentarse a problemas de la profesión y relacionarse con profesionales de su campo y otros, dando así la oportunidad de conocer con mayor detalle el desarrollo profesional de un ingeniero de su campo. La combinación de todos estos elementos sumados a la supervisión del tutor/a de la organización, hacen de las prácticas externas una actividad formativa de alto potencial no sólo para la adquisición de competencias sino también para su asentamiento, mejora y adaptación a contextos reales.

OA: Otras Actividades Formativas (OA)

Las actividades de seguimiento son también sumamente importantes ya que pueden complementar o ir integradas en el resto de actividades y tener formatos y naturaleza diferentes. El hecho de incluir este elemento como actividad de formación se basa en la importancia de plantear tareas explícitamente evaluables en el proceso de aprendizaje del estudiante, superando así la histórica perspectiva de evaluación mediante examen. Para el logro de dicho fin formativo, las actividades de carácter evaluativo van acompañadas de un seguimiento y/o retroalimentación formativa en función del caso, que permite al estudiante

conocer sus debilidades y fortalezas para con la materia con el objetivo de promover la autorregulación del propio proceso de aprendizaje.

La siguiente figura muestra, a modo de resumen, el porcentaje dedicado a cada actividad. De forma generales, puede decirse que el 51% es trabajo individual del estudiante, se ha definido un 13% de actividades formativas de trabajo en grupo, hay un 15% de clase magistral y un 17% de clases de problemas y clases prácticas de laboratorio.



5.4 Metodologías docentes

La metodología docente se define, a grandes rasgos, como la ruta que estratégicamente el profesorado diseña con el fin de plantear actividades formativas que promuevan y faciliten la adquisición de determinados aprendizajes. Así, los métodos docentes se definen como el conjunto de decisiones que el profesorado toma sobre los procedimientos a emprender y su articulación (contemplando también los recursos a utilizar) en las diferentes fases del desarrollo de una asignatura/materia. Estos métodos son coherentes tanto con los objetivos pretendidos como con las actividades formativas planteadas.

Para el proceso de enseñanza-aprendizaje se utilizarán los siguientes métodos, en función de las características específicas de cada materia y de cada asignatura dentro de cada materia.

Para el proceso de enseñanza-aprendizaje se utilizarán los siguientes métodos, en función de las características específicas de cada materia y de cada asignatura dentro de cada materia

- LM: Lección magistral
- PR: Clase de problemas

- PL: Prácticas de Laboratorio
- EC: Estudio de Casos
- APR: Aprendizaje Basado en Problemas
- APY: Aprendizaje Basado en Proyectos
- AC: Aprendizaje Cooperativo
- PF: Supervisión de actividades formativas del Proyecto Formativo de la Práctica Académica Externa por parte del tutor académico

Se describen a continuación estas metodologías docentes, con su adecuación a las diferentes metodologías docentes.

Lección magistral (LM)

Método expositivo consistente en la presentación de un tema lógicamente estructurada con la finalidad de transmitir conocimiento y facilitar información organizada, siguiendo criterios adecuados a la finalidad pretendida. Centrado fundamentalmente en la exposición verbal por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio. En comparación con otros métodos, es más eficaz para la transmisión de información a grandes grupos de estudiantes, para facilitar la comprensión de conceptos complejos y para sintetizar fuentes diversas de información.

Clase de problemas (PR)

Consiste en el ejercicio, ensayo y puesta en práctica de los conocimientos adquiridos previamente. El alumno debe desarrollar e interpretar soluciones adecuadas a partir de la aplicación de rutinas, fórmulas o procedimientos para transformar la información propuesta inicialmente. Se usará como complemento a la lección magistral. Esta actividad formativa se lleva a cabo en el aula y se centra en la resolución de problemas cortos centrados en conceptos y/o procesos/fenómenos determinados para asegurar su correcta comprensión garantizando la capacidad del estudiante de aplicar dicho término a otros contextos/problemas.

Prácticas de Laboratorio (PL)

En este caso, el profesorado de la materia plantea al alumnado un problema o problemas de carácter práctico cuya resolución requiere la comprensión y aplicación de los contenidos teórico-prácticos incluidos en los contenidos de la materia. El alumnado puede trabajar la solución a los problemas planteados de forma individual o en grupos. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa “Clases prácticas de laboratorio” y se podrá aplicar a la actividad formativa de “Sesiones de aprendizaje basado en problemas, seminarios, estudio de casos y proyectos”.

Estudio de casos (EC)

Se enfrenta al estudiante a un caso real que debe afrontar. Para ello debe realizar una búsqueda bibliográfica, una selección de documentación y un filtrado y síntesis de la misma. A partir de entonces el estudiante debe estudiar las diferentes estrategias con las que abordar el caso a

resolver en función de las características del mismo y de la documentación estudiada. El profesor hace funciones de asesor, guía e inductor de las líneas de trabajo que se analizan. Esta metodología se corresponde fundamentalmente con la materia de aplicaciones sectoriales y proyectos de ingeniería.

Aprendizaje Basado en Problemas (APR)

En el aprendizaje basado en problemas se trata de enfrentar a grupos base reducidos con un conjunto de problemas. Los grupos, orientados por el profesor, deben documentarse sobre los temas necesarios para abordar el problema. Durante la realización de estas sesiones los estudiantes tendrán que entregar ejercicios resueltos individualmente, así como ejercicios resueltos en grupo.

Aprendizaje Basado en Proyectos (APY)

En el aprendizaje basado en proyectos, el profesor (o los propios estudiantes) propone la realización de un proyecto. El profesor supervisa las reuniones de los estudiantes y monitoriza el avance de los equipos. Lo más importante no es el tema en sí del proyecto sino el uso de un conjunto de conocimientos para aplicarlos a un proyecto real o ficticio. Los estudiantes deben analizar el problema, proponer y aplicar una solución y evaluar dicha solución. El producto final suele ser el proyecto, un informe escrito y una presentación oral. Esta metodología será aplicada de forma muy extensa tanto en la materia de aplicaciones sectoriales y proyectos de ingeniería como en las optativas.

Aprendizaje cooperativo (AC)

El aprendizaje cooperativo es una estrategia en la que los estudiantes trabajan divididos en pequeños grupos en actividades de aprendizaje y son evaluados según la productividad del grupo. Las metas de los miembros del grupo están compartidas y cada individuo alcanza su objetivo solo si también consiguen sus compañeros el suyo. El aprendizaje cooperativo se sustenta en cuatro principios: interdependencia positiva, compromiso individual, interacción cara a cara y uso adecuado de habilidades para trabajar en grupo. Esta metodología se corresponde fundamentalmente con las actividades de talleres y trabajo en equipo que van a ser ampliamente implantadas en la evolución de nuestro título.

Proyecto Formativo de Prácticas Académicas Externas (PF)

La información sobre el trabajo a realizar en las Prácticas Académicas Externas queda reflejado en el documento Proyecto Formativo, que incluye los objetivos educativos de la práctica, actividades a desarrollar, información de la entidad colaboradora, los responsables académico y profesional.

La siguiente tabla muestra la relación entre actividades formativas y metodologías docentes que se desarrollarán en el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Tabla 22. Relación entre actividades formativas y metodologías docentes empleadas en el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

AF/MD	LM	PR	PL	EC	APROB	APROY	AC	PF
CT	X							
CP		X			X			
ST			X	X		X	X	
CL			X	X	X	X	X	
TU							X	
EI		X	X	X				
EG				X	X	X	X	
PE						X	X	X
OA			X	X	X	X	X	

5.5 Sistemas de evaluación

Para obtener indicadores sobre el progreso en el aprendizaje de los estudiantes se utilizan pruebas de evaluación. Hemos de indicar que vamos a asegurar el uso masivo de la evaluación continua que por supuesto no excluye el examen final, que sigue siendo el elemento principal; únicamente le resta peso dentro de la calificación final. De hecho, en la evaluación continua deben intervenir tantas pruebas y de tantos estilos distintos (estrategias evaluadoras) como considere necesario el docente para medir correctamente el aprendizaje del estudiante. Dichas estrategias evaluadoras deben ser lo más precisas y eficientes posibles. Precisas ya que deben determinar el grado de aprendizaje del estudiante; eficientes, ya que su aplicación debe consumir el menor número de recursos del docente y del estudiante.

La coordinación de las enseñanzas garantizará la distribución de la evaluación a lo largo del tiempo, evitando en lo posible la concentración temporal de pruebas de evaluación continua.

Además, los métodos de evaluación para trabajos colectivos deben primar la responsabilidad individual y la interdependencia positiva. En las fichas de las materias se han detallado los

sistemas de evaluación seguidos en la materia, si bien el uso de unos u otros dependerá de la asignatura concreta. En las asignaturas que conforman el plan de estudios de nuestro título se aplicarán los siguientes sistemas de evaluación del alumnado.

Examen escrito (EX)

Estas pruebas se realizan de forma individual y mediante ellas se valora el nivel de dominio de conocimientos teóricos y/o procedimentales del alumnado. Deben realizarse en un tiempo concreto y conocido por el estudiante antes de su inicio. Su formato se adaptará al contenido objeto de evaluación, así como a la idiosincrasia de la asignatura y su desarrollo, pudiendo adoptar forma de problemas de resolución matemática, preguntas de discriminación, etc.

Los tipos de pruebas escritas pueden ir desde la resolución de un problema o ejercicios, en los que el alumno debe dar respuesta al problema planteado aplicando los conceptos teóricos de la asignatura, respuesta a preguntas cortas, donde el alumno construye su respuesta en un tiempo y espacio acotados, o tipo test.

Examen de Prácticas de Laboratorio (EP)

Se trata de un trabajo estructurado donde el alumno recoge información con la que poder evaluar los conocimientos y competencias adquiridos durante las prácticas y los procedimientos seguidos para obtener los resultados. La memoria de las prácticas puede tener formato libre o seguir un cuestionario cerrado. El grado de adquisición de conocimientos y competencias se evalúa a través de un examen de prácticas oral o escrito, en los que el profesor pregunta sobre los contenidos de la memoria.

Una parte importante de las prácticas a realizar por los alumnos será en laboratorios de software: en estos casos, la memoria podrá sustituirse por los programas desarrollados, que deberán incluir una explicación (comentarios). En todo caso, los resultados obtenidos en la práctica deben ser discutidos e interpretados en el examen de prácticas.

La evaluación de prácticas puede llevarse a cabo mediante una corrección por parte del profesor, una defensa de la solución aportada por parte del alumno ante el profesor o una presentación oral de la solución desarrollada. Esta evaluación es fundamentalmente aplicable a los resultados de las actividades formativas Clases prácticas de laboratorio, Aprendizaje basado en problemas, estudio de casos y proyectos.

Trabajo individual (TI)

Puede definirse como el conjunto de tareas y ejercicios destinados a fomentar el autoaprendizaje y la capacidad crítica y autocrítica. Debe ser planificado y dirigido por el profesor, que plantea una temática o ámbito que serán el marco de trabajo. El estudiante deberá hacer uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para buscar información, seleccionarla y analizarla, para crear un trabajo que le ayude a interiorizar el conocimiento sobre el tema.

Presentación individual (PI)

Presentaciones públicas de trabajos individuales para exponer los trabajos individuales y discutir con un tribunal y el resto de los alumnos. Contribuye a interiorizar los aspectos técnicos el trabajo y a desarrollar las competencias generales de presentación oral y argumentación con un tribunal. Este tipo de evaluación ofrece al profesorado información acerca del dominio de contenidos tanto teóricos como prácticos, así como lo referente a la capacidad de solucionar dudas o cuestiones que puedan surgir durante y posteriormente a la exposición.

Trabajo en grupo (TG)

El grupo de estudiantes debe dar respuesta a un problema de diseño o construcción de un sistema en el ámbito de la titulación, combinando aspectos técnicos con la evaluación del impacto económico, social y medioambiental. Con el Trabajo en Grupo debe evaluarse la competencia de trabajo en grupo, responsabilidad, liderazgo de equipos, y el posiblemente el uso de metodologías de gestión de proyectos y resolución de conflictos.

Presentaciones en grupo (PG).

Este tipo de evaluación se recoge para supervisar el proceso de aprendizaje del estudiante relacionado con contenidos técnicos (teóricos y procedimentales) así como de competencias transversales como el trabajo en equipo, la organización y planificación de las tareas y su dominio de la expresión escrita. Los trabajos grupales suponen también una oportunidad para la autorregulación del aprendizaje y la retroalimentación formativa sistematizada. De forma similar a las presentaciones individuales, este tipo de evaluación ofrece al profesorado información acerca del dominio de contenidos tanto teóricos como prácticos, así como lo referente a la capacidad de solucionar dudas o cuestiones que puedan surgir durante y posteriormente a la exposición, valorando el comportamiento de los estudiantes como un grupo.

Prueba telemática (ET)

Estas pruebas con soporte digital permiten al alumnado realizar las pruebas tanto dentro como fuera del aula recibiendo al momento realimentación formativa sobre sus resultados. Estos instrumentos de evaluación se apoyan la autoevaluación y permiten recoger evidencias de forma sistemática y masiva de todos los estudiantes.

Evaluación de la memoria del TFG (MTF)

En este documento se recogen las evidencias en cuanto al dominio de competencias específicas y transversales de cada estudiante de manera individual. Permite tanto al tutor como al tribunal evaluador conocer con detalle el desarrollo del trabajo y el producto final, así como la capacidad del alumno para redactar un documento técnico. La memoria del TFG incluye unos anexos obligatorios donde el alumno debe mostrar conciencia de la responsabilidad de la aplicación práctica de la ingeniería, el impacto social y ambiental, el compromiso con la ética profesional,

la responsabilidad y las normas de la aplicación práctica de la ingeniería, así como sobre las prácticas de gestión de proyectos, gestión, y control de riesgos, entendiendo sus limitaciones. La memoria del TFG debe incluir además un presupuesto económico.

Evaluación de la presentación del TFG (PTF)

La presentación y defensa del TFG resulta un medio para evaluar, no sólo el dominio de la temática tratada en el TFG sino también de la capacidad del estudiante para defenderlo, presentarlo y aclarar dudas o cuestiones ante un tribunal.

Evaluación del desarrollo de la Práctica Académica Externa por parte del tutor académico (DPE)

La evaluación de las prácticas académicas externas se realiza basándose en dos informes: informe intermedio e informe final.

En el informe intermedio, el alumno indica las tareas desarrolladas, con las fechas en las que se han realizado, los problemas planteados y cómo los ha solucionado, y una valoración personal del aprendizaje y competencias adquiridas. El informe intermedio es valorado por el tutor profesional.

En el informe final, el alumno realiza una memoria de 7 a 10 páginas donde se detalla la entidad colaboradora donde se han realizado las prácticas y lugar de ubicación, y se incluye una descripción concreta y detallada de las tareas, trabajos desarrollados y departamentos de la entidad a los que ha estado asignado. Además, se incluye una valoración de las tareas desarrolladas con los conocimientos y competencias adquiridos en relación a los estudios universitarios, una relación de los problemas planteados y el procedimiento seguido para su resolución, la identificación de las aportaciones que, en materia de aprendizaje, han supuesto las prácticas, así como una valoración personal de la experiencia, en términos de aprendizaje, y puede sugerir mejoras. Por último, se incluye un diario de las actividades realizadas y un análisis de las condiciones de trabajo vividas en el centro, así como una reflexión sobre las características del entorno laboral y de la organización en la que han tenido lugar las prácticas. El informe final es valorado por el tutor profesional y calificado por el tutor académico.

Otras técnicas de evaluación (OT)

En todo caso, no se descarta la introducción de otras técnicas evaluativas que garanticen la adquisición de competencias por parte de los alumnos.

5.6 Módulos, materias, asignaturas

5.6.1 Módulo 1 – Matemática Aplicada y Estadística

5.6.1.1 Materia 1.1 - Matemática Aplicada

Módulo	Matemática Aplicada y Estadística			
Materia	M1.1 Matemática Aplicada			
Carácter	Básica	30 ECTS		
Idiomas	Castellano, inglés			
Asignatura	Carácter	Créditos	Curso	Cuatrimestre
Álgebra	BAS	6	1	Q1
Cálculo	BAS	6	1	Q1
Modelos Matemáticos y Matemática Discreta	BAS	6	1	Q2
Optimización	BAS	6	1	Q2
Señales y Sistemas	BAS	6	1	Q2
Competencias específicas				
CE1 Que los estudiantes sean capaces de aplicar los conceptos y las herramientas fundamentales de la matemática a la formalización y resolución de los problemas en el ámbito de la titulación.				
Competencias básicas y generales				
CB1 Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.				
CB2 Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.				
CB5 Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía				
CG9 Desarrollar la capacidad de aprendizaje a lo largo de la vida (<i>lifelong learning</i>) para adaptarse a un sector tecnológico en continua evolución.				
Resultados de aprendizaje				

- Comprender la utilidad del lenguaje matemático en la descripción y resolución de los problemas en el ámbito de la ingeniería.
- Conocer y aplicar las propiedades de los espacios vectoriales dotados con un producto escalar.
- Saber analizar una matriz que define un endomorfismo mediante el cálculo de sus autovalores y autovectores.
- Conocer las propiedades fundamentales de las funciones reales, las sucesiones y las series.
- Adquirir destreza en el análisis y empleo de funciones reales de una o varias variables reales.
- Conocer y aplicar los modelos de sistemas dinámicos para caracterizar procesos que evolucionan en el tiempo.
- Comprender y saber manejar los fundamentos de la matemática discreta y los modelos de red.
- Entender los fundamentos de la teoría de optimización sin y con restricciones.
- Saber manejar las herramientas fundamentales disponibles para resolver problemas de optimización.
- Comprender las diferentes transformadas aplicables a señales, para su caracterización como funciones del tiempo.
- Entender y saber manejar los modelos de sistemas lineales y las herramientas básicas de tratamiento de señales.

Contenidos

ÁLGEBRA

1. Estructuras algebraicas básicas
2. Álgebra matricial y sistemas de ecuaciones lineales
3. Espacios vectoriales. Aplicaciones lineales
4. Producto escalar y ortogonalidad
5. Análisis espectral: autovalores y autovectores

CÁLCULO

1. Cálculo diferencial en una variable
2. Cálculo integral en una variable
3. Sucesiones y series
4. Aproximación de funciones
5. Funciones de varias variables

MODELOS MATEMÁTICOS Y MATEMÁTICA DISCRETA

1. Modelos de sistemas dinámicos
2. Teoría de números
3. Inducción y recursividad
4. Combinatoria. Técnicas de conteo
5. Teoría de grafos, árboles y redes

OPTIMIZACIÓN 1. Problemática, caracterización analítica y técnicas de optimización 2. Optimización sin y con restricciones 3. Optimización entera 4. Optimización en entornos dinámicos 5. Introducción a la optimización distribuida		
SEÑALES Y SISTEMAS 1. Análisis en el dominio del tiempo 2. Análisis en el dominio transformado 2.1 Transformadas de Fourier y Laplace 2.2 Transformada Z y transformada discreta de Fourier 3. Teorema de muestreo y reconstrucción de señales 4. Interacción entre señales y sistemas lineales e invariantes en el tiempo.		
Actividades formativas		
Actividad	Horas	% Presencialidad
CT: Clases Teóricas	160	100
CP: Clases de problemas	100	100
ST: Seminarios y Talleres	10	100
CL: Clases Prácticas de laboratorio	30	100
TU: Tutorías	15	100
EI: Estudio y Trabajo Individual	440	0
EG: Estudio y Trabajo en Grupo	55	0
PE: Prácticas Académicas Externas		
OA: Otras Actividades Formativas		
Metodologías docentes		
LM: Lección magistral		X
PR: Clase de problemas		X
PL: Prácticas de Laboratorio		X
EC: Estudio de Casos		X
APR: Aprendizaje Basado en Problemas		X
APY: Aprendizaje Basado en Proyectos		
AC: Aprendizaje Cooperativo		

OM: Otras Metodologías docentes		
Sistemas de evaluación		
Técnica evaluativa	Ponderación mínima %	Ponderación máxima %
EX: Examen escrito	50	100
EP: Examen de Prácticas de laboratorio	0	30
ET: Prueba telemática	0	10
PI: Presentación individual	0	20
PG: Presentación en grupo	0	10
TI: Trabajo individual	0	20
TG: Trabajo en grupo	0	10
OT: Otras técnicas evaluativas		
Requisitos previos		

5.6.1.2 Materia 1.2 - Estadística

Módulo	Matemática Aplicada y Estadística			
Materia	M1.2 Estadística			
Carácter	Básica	12 ECTS		
Idiomas	Castellano, inglés			
Asignatura	Carácter	Créditos	Curso	Cuatrimestre
Probabilidad y Señales Aleatorias	BAS	6	2	Q3
Inferencia estadística y series temporales	BAS	6	2	Q4
Competencias específicas				
CE2 Que los estudiantes sepan emplear los conceptos y las herramientas de la estadística para modelar el comportamiento de sistemas complejos o aleatorios y construir y contrastar modelos probabilísticos.				
Competencias básicas y generales				
CB1 Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.				
CB2 Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.				
CB5 Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía				
CG9 Desarrollar la capacidad de aprendizaje a lo largo de la vida (<i>lifelong learning</i>) para adaptarse a un sector tecnológico en continua evolución.				
Resultados de aprendizaje				
- Comprender y saber manejar los modelos de probabilidad y las variables aleatorias para caracterizar la incertidumbre en fenómenos de la realidad. - Entender los procesos estocásticos para caracterizar fenómenos aleatorios que varían a lo largo del tiempo. - Comprender las herramientas de la inferencia estadística para construir y contrastar modelos probabilísticos a partir de datos. - Aplicar los modelos estadísticos para comprender un sistema, predecir su comportamiento y tomar decisiones empleando herramientas informáticas.				
Contenidos				

PROBABILIDAD Y SEÑALES ALEATORIAS 1. Ingeniería y modelado probabilístico 2. Espacios de probabilidad 3. Variables aleatorias y distribuciones de probabilidad 4. Procesos estocásticos. Caracterización y tipos 5. Interacción de los procesos estocásticos con los sistemas lineales INFERENCIA ESTADÍSTICA Y SERIES TEMPORALES 1. Estadística descriptiva e inferencia estadística 2. Teoría de la inferencia frecuentista: estimación de parámetros 3. Teoría de la inferencia bayesiana 4. Test de hipótesis 5. Series temporales y estimación espectral		
Actividades formativas		
Actividad	Horas	% Presencialidad
CT: Clases Teóricas	60	100
CP: Clases de problemas	35	100
ST: Seminarios y Talleres	5	100
CL: Clases Prácticas de laboratorio	20	100
TU: Tutorías	6	100
EI: Estudio y Trabajo Individual	188	0
EG: Estudio y Trabajo en Grupo	10	0
PE: Prácticas Académicas Externas		
OA: Otras Actividades Formativas		
Metodologías docentes		
LM: Lección magistral		X
PR: Clase de problemas		X
PL: Prácticas de Laboratorio		X
EC: Estudio de Casos		X
APR: Aprendizaje Basado en Problemas		X
APY: Aprendizaje Basado en Proyectos		
AC: Aprendizaje Cooperativo		
OM: Otras Metodologías docentes		

Sistemas de evaluación		
Técnica evaluativa	Ponderación mínima %	Ponderación máxima %
EX: Examen escrito	50	100
EP: Examen de Prácticas de laboratorio	0	30
ET: Prueba telemática	0	10
PI: Presentación individual	0	20
PG: Presentación en grupo	0	10
TI: Trabajo individual	0	20
TG: Trabajo en grupo	0	10
OT: Otras técnicas evaluativas		
Requisitos previos		

5.6.2 Módulo 2 - Contexto social y profesional

5.6.2.1 Materia 2.1 - Habilidades profesionales y contexto social

Módulo	Contexto social y profesional			
Materia	M2.1 Habilidades profesionales y contexto social			
Carácter	Obligatoria	18 ECTS		
Idiomas	Castellano, inglés			
Asignatura	Carácter	Créditos	Curso	Cuatrimestre
Introducción a la ingeniería de datos	OB	3	1	Q1
Desarrollo de habilidades profesionales	OB	3	1	Q1
Desarrollo profesional del ingeniero de datos	OB	3	3	Q5
Marco ético y legal	OB	3	4	Q7
Técnicas de soporte a la decisión	OB	6	3	Q6
Competencias específicas				
CE3 Que los estudiantes comprendan la estructura y funcionamiento de organizaciones empresariales y de emprendimiento a un nivel que les permita desarrollar nuevos modelos de negocio basados en la economía de los datos, teniendo en cuenta aspectos de toma de decisiones y negociación. CE4 Que los estudiantes sean capaces de aplicar los conceptos y tecnologías del ámbito de la ingeniería de la telecomunicación en cualquier sector (eHealth, business intelligence, smart cities, etc.) incorporando aspectos técnicos, de negocio y de gestión. CE21 Conocer y aplicar de manera adecuada la normativa, legislación y regulaciones relativas a los sistemas y servicios específicos de la titulación, así como las especificaciones, estándares y directivas técnicas en función de las características, los requisitos y la funcionalidad que deban implementarse.				
Competencias básicas y generales				
CB1 Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio CB2 Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio CB3 Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética CB4 Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un				

público tanto especializado como no especializado CG2 Desarrollar la capacidad de trabajar en equipo empleando metodologías ágiles para diseñar soluciones eficientes, fiables y robustas. CG3 Ser capaz de explicar de forma oral o escrita las soluciones planteadas para la resolución de un problema. CG5 Tener la capacidad de concebir y proponer soluciones creativas aplicando los métodos científico y de ingeniería para la definición y resolución de problemas formalizando los objetivos buscados y considerando los recursos disponibles. CG8 Ser capaz de analizar el impacto medioambiental y social de un proyecto de ingeniería. CG10 Desarrollar la capacidad de proponer e implementar soluciones y proyectos orientados a retos sociales basados en la responsabilidad social corporativa (RSC) y en los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). CG11 Ser capaz de trabajar respetando de manera responsable el marco ético en el ámbito de la titulación.
Resultados de aprendizaje
• Aplicar técnicas de cuestionamiento y razonamiento para una correcta definición de problemas en el ámbito de la ingeniería. • Conocer los fundamentos de la construcción de modelos mediante los razonamientos inductivo y deductivo en el ámbito científico. • Manejar con soltura las técnicas de redacción de documentación técnica y científica. • Ser capaz de identificar casos de uso y proponer soluciones que respondan a los retos económicos, sociales y medioambientales de la sociedad actual. • Desarrollar la capacidad para trabajar en equipo, integrarse y colaborar de forma activa en la consecución de objetivos comunes. • Realizar comunicaciones orales adaptándolas a la situación y a la audiencia, empleando los medios necesarios. • Conocer las oportunidades laborales del ingeniero de datos. • Saber manejar las técnicas y herramientas necesarias para una correcta orientación de la carrera profesional. • Comprender las implicaciones éticas asociadas al tratamiento de datos y la gestión de la Información. • Entender el marco legal en el que desarrolla su actividad el ingeniero de datos. • Conocer los distintos soportes y técnicas de análisis de datos para la toma de decisiones. • Dominar el concepto de incertidumbre y su aplicación de la Investigación de Operaciones • Aplicar las técnicas de toma de decisiones monocriterio y multicriterio para resolver problemas en ingeniería de datos y sistemas.
Contenidos
INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA DE DATOS 1. Los datos y la Economía Digital. Casos de éxito 2. Tecnologías relevantes para la gestión de los datos: Ciclo de vida del dato. 3. Método científico. Definición de problemas en ingeniería. Construcción de modelos: razonamiento inductivo y deductivo

4. Desarrollo de técnicas de comunicación escrita: estructura de documentos académico-científicos, búsqueda y selección de fuentes y recursos, aspectos éticos de la información (citación y bibliografía).

DESARROLLO DE HABILIDADES PROFESIONALES

1. La ingeniería de datos: contexto profesional, económico y social
2. La ingeniería ante los grandes retos mundiales
3. Organización y gestión de equipos: gestión del tiempo, roles y gestión de personas
4. Desarrollo de técnicas de comunicación oral

DESARROLLO PROFESIONAL DEL INGENIERO DE DATOS

1. El desarrollo profesional del ingeniero de datos: retos y oportunidades laborales
2. Orientación profesional y búsqueda del primer empleo.
3. Procesos de selección.
4. Claves para generar una marca personal de éxito.

MARCO ÉTICO Y LEGAL

1. Gestión y protección de datos personales.
2. Propiedad intelectual e industrial.
3. Gestión ética de los datos.

TÉCNICAS DE SOPORTE A LA DECISIÓN

1. Toma de decisiones en la cadena de valor del dato
2. Técnicas de tomas de decisiones en ingeniería de datos.
3. Evaluación del riesgo.
4. Aplicaciones en el ámbito de la ingeniería de datos.

Actividades formativas

Actividad	Horas	% Presencialidad
CT: Clases Teóricas	60	100
CP: Clases de problemas	45	100
ST: Seminarios y Talleres	65	100
CL: Clases Prácticas de laboratorio	6	100
TU: Tutorías	15	100
EI: Estudio y Trabajo Individual	175	0
EG: Estudio y Trabajo en Grupo	120	0
PE: Prácticas Académicas Externas		
OA: Otras Actividades Formativas		

Metodologías docentes		
LM: Lección magistral	X	
PR: Clase de problemas	X	
PL: Prácticas de Laboratorio	X	
EC: Estudio de Casos	X	
APR: Aprendizaje Basado en Problemas	X	
APY: Aprendizaje Basado en Proyectos	X	
AC: Aprendizaje Cooperativo		
OM: Otras Metodologías docentes		
Sistemas de evaluación		
Técnica evaluativa	Ponderación mínima %	Ponderación máxima %
EX: Examen escrito	0	60
EP: Examen de Prácticas de laboratorio	0	20
ET: Prueba telemática	0	10
PI: Presentación individual	0	10
PG: Presentación en grupo	10	50
TI: Trabajo individual	0	20
TG: Trabajo en grupo	0	50
OT: Otras técnicas evaluativas		
Requisitos previos		

5.6.2.2 Materia 2.2 - Empresa

Módulo	Contexto social y profesional			
Materia	M2.2 Empresa			
Carácter	Mixta (Básica/Obligatoria)		9 ECTS	
Idiomas	Castellano, inglés			
Asignatura	Carácter	Créditos	Curso	Cuatrimestre
Fundamentos de gestión empresarial	BAS	6	2	Q4
Emprendimiento y modelos de negocio	OB	3	3	Q5
Competencias específicas				
CE3 Que los estudiantes comprendan la estructura y funcionamiento de organizaciones empresariales y de emprendimiento a un nivel que les permita desarrollar nuevos modelos de negocio basados en la economía de los datos, teniendo en cuenta aspectos de toma de decisiones y negociación.				
CE4 Que los estudiantes sean capaces de aplicar los conceptos y tecnologías del ámbito de la ingeniería de la telecomunicación en cualquier sector (eHealth, business intelligence, smart cities, etc.) incorporando aspectos técnicos, de negocio y de gestión.				
Competencias básicas y generales				
CB2 Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio				
CB3 Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética				
CB4 Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado				
CG2 Desarrollar la capacidad de trabajar en equipo empleando metodologías ágiles para diseñar soluciones eficientes, fiables y robustas.				
CG3 Ser capaz de explicar de forma oral o escrita las soluciones planteadas para la resolución de un problema.				
Resultados de aprendizaje				
- Comprender el concepto de empresa y su entorno económico en distintos sectores de actividad (eHealth, business intelligence, smart cities, etc.) - Conocer los términos, herramientas y procesos de decisión asociados a la dirección de la empresa y a la gestión de sus principales áreas funcionales: económico-financiera, comercial, I+D+i, operaciones y recursos humanos. - Comprender el impacto de la tecnología y los procesos de transformación digital en la				

dirección y gestión de las empresas. • Conocer herramientas para analizar y diseñar modelos de negocio basados en el dato. • Ser capaz de estructurar y desarrollar un plan de empresa de base tecnológica, con especial énfasis en las tecnologías digitales.		
Contenidos		
FUNDAMENTOS DE GESTIÓN EMPRESARIAL 1. Introducción a la economía de empresas. Fundamentos de las empresas “Data-driven” en diferentes sectores de actividad. 2. El proceso de dirección estratégica. 3. Las áreas funcionales de la empresa: descripción y análisis del impacto de la tecnología y los procesos de transformación digital.		
EMPREDIMIENTO Y MODELOS DE NEGOCIO 1. El ecosistema del emprendimiento y la gestión de datos. 2. Análisis y diseño de modelos de negocio en la Economía Digital. 3. Identificación de cliente, mercado y definición de la propuesta de valor. 4. Diseño y ciclo de vida del producto. 5. Análisis desde la perspectiva económica: viabilidad, rentabilidad y escalabilidad.		
Actividades formativas		
Actividad	Horas	% Presencialidad
CT: Clases Teóricas	45	100
CP: Clases de problemas	15	100
ST: Seminarios y Talleres	16	100
CL: Clases Prácticas de laboratorio		
TU: Tutorías	12	100
EI: Estudio y Trabajo Individual	80	0
EG: Estudio y Trabajo en Grupo	75	0
PE: Prácticas Académicas Externas		
OA: Otras Actividades Formativas		
Metodologías docentes		
LM: Lección magistral		X
PR: Clase de problemas		X
PL: Prácticas de Laboratorio		
EC: Estudio de Casos		X

APR: Aprendizaje Basado en Problemas	X	
APY: Aprendizaje Basado en Proyectos	X	
AC: Aprendizaje Cooperativo		
OM: Otras Metodologías docentes		
Sistemas de evaluación		
Técnica evaluativa	Ponderación mínima %	Ponderación máxima %
EX: Examen escrito	0	60
EP: Examen de Prácticas de laboratorio	0	0
ET: Prueba telemática	0	10
PI: Presentación individual	0	10
PG: Presentación en grupo	10	50
TI: Trabajo individual	0	20
TG: Trabajo en grupo	0	50
OT: Otras técnicas evaluativas		
Requisitos previos		

5.6.3 Módulo 3 - Infraestructuras, sistemas conectados y computación en la nube

5.6.3.1 Materia 3.1 - Infraestructuras y sistemas conectados

Módulo	Infraestructuras, sistemas conectados y computación en la nube			
Materia	M3.1 Infraestructuras y sistemas conectados			
Carácter	Mixta (Básica/Obligatoria)			27 ECTS
Idiomas	Castellano, inglés			
Asignatura	Carácter	Créditos	Curso	Cuatrimestre
Fundamentos de procesamiento de datos	BAS	6	1	Q1
Redes y servicios de comunicaciones	OB	6	2	Q3
Redes de sensores	OB	6	2	Q4
Sistemas de comunicaciones para ingeniería de datos	OB	3	2	Q4
Arquitecturas de procesamiento masivo de datos	OB	6	3	Q5
Competencias específicas				
CE6 Que los estudiantes tengan la capacidad de construir la infraestructura necesaria para la generación, transformación y transmisión de datos de cualquier fuente, volumen o velocidad. CE7 Que los estudiantes sepan desplegar, configurar y utilizar infraestructuras de computación conectadas de altas prestaciones para el almacenamiento y tratamiento de datos, en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación, tanto en la nube como en sistemas locales y centros de procesamiento de datos. CE8 Que los estudiantes sean capaces de diseñar y desplegar infraestructuras virtualizadas y redes definidas por software para la comunicación, almacenamiento y tratamiento de datos. CE9 Que los estudiantes tengan la capacidad de aplicar las características, funcionalidades y estructura de Internet y las redes de ordenadores a la construcción de infraestructuras e integración de aplicaciones telemáticas y servicios. CE11 Que los estudiantes sean capaces de diseñar y operar sistemas de almacenamiento y transmisión de datos teniendo en cuenta estrategias y requisitos de seguridad y privacidad, políticas de acceso a los datos, con capacidad de prever ataques y subsanar vulnerabilidades. CE17 Que los estudiantes tengan la capacidad de utilizar los fundamentos de la programación, sistemas operativos, bases de datos, tecnología web y las redes y servicios de telecomunicación en proyectos de ingeniería de datos y sistemas. CE21 Conocer y aplicar de manera adecuada la normativa, legislación y regulaciones relativas a los sistemas y servicios específicos de la titulación, así como las especificaciones, estándares y directivas técnicas en función de las características, los requisitos y la funcionalidad que deban implementarse.				

Competencias básicas y generales	
CB1	Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio
CB2	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
CB3	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
CB4	Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
CB5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
CG1	Tener capacidad de trabajar en entornos internacionales y multidisciplinares, haciendo uso de la lengua inglesa en forma oral y escrita.
CG2	Desarrollar la capacidad de trabajar en equipo empleando metodologías ágiles para diseñar soluciones eficientes, fiables y robustas.
CG3	Ser capaz de explicar de forma oral o escrita las soluciones planteadas para la resolución de un problema.
CG4	Saber identificar y utilizar las herramientas de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones más adecuadas para plantear y construir soluciones a problemas.
CG5	Tener la capacidad de concebir y proponer soluciones creativas aplicando los métodos científico y de ingeniería para la definición y resolución de problemas formalizando los objetivos buscados y considerando los recursos disponibles.
CG9	Desarrollar la capacidad de aprendizaje a lo largo de la vida (<i>lifelong learning</i>) para adaptarse a un sector tecnológico en continua evolución.
Resultados de aprendizaje	
• Conocer las bases de la computación y los sistemas operativos. • Reconocer las partes de una arquitectura básica con microprocesador. • Diseñar la arquitectura de un sistema de adquisición de datos. • Determinar los elementos principales de los centros de datos. • Entender las arquitecturas de comunicaciones y los protocolos de nivel de aplicación más relevantes para la ingeniería de datos. • Aplicar los parámetros de calidad de servicio de las redes de comunicaciones para especificar acuerdos de nivel de servicio (SLA). • Entender los paradigmas de virtualización y redes definidas por software. • Comprender la estructura de Internet y las arquitecturas de las redes de contenidos. • Analizar, diseñar y gestionar sistemas empotrados distribuidos para adquisición de datos. • Analizar la escalabilidad, tolerancia a fallos y seguridad de sistemas empotrados distribuidos.	

- Diseñar y analizar nodos intermedios entre sensores y la nube para la gestión de recursos y servicios parciales.
- Diseñar sistemas y su planificación de tareas para bajo consumo.
- Adquirir los fundamentos de los sistemas de comunicaciones.
- Conocer los sistemas de comunicaciones inteligentes con capacidad de monitorización y de toma de decisiones.
- Conocer e identificar los principales aspectos de los sistemas de comunicaciones de internet de las cosas y redes móviles 5G.
- Entender la aplicación de la ciencia y la ingeniería de datos al diseño y gestión de las infraestructuras de los sistemas de comunicaciones modernos.
- Analizar y diseñar la estructura de la unidad central de proceso y del sistema de memoria según la especificación de sus componentes.
- Gestionar la comunicación entre la unidad central de proceso y los periféricos del sistema.
- Utilizar y analizar arquitecturas multicore o multiprocesador haciendo un uso eficiente de los recursos.
- Utilizar y analizar arquitecturas específicas para aprendizaje profundo: GPU, granjas de GPUs, FPGAs para aprendizaje profundo.

Contenidos

FUNDAMENTOS DE PROCESADO DE DATOS

1. Estructuras de adquisición de datos. Módulos de adquisición de datos.
2. Arquitectura básica de un sistema con microprocesador.
3. Introducción a los centros de datos.
4. Introducción a los sistemas operativos
5. Conceptos básicos de computación

REDES Y SERVICIOS DE COMUNICACIONES

1. Estructura y organización de Internet.
2. Metro y Carrier Ethernet.
3. Protocolos y Aplicaciones (HTTP y DNS).
4. Servicios y Calidad de servicio.
5. Virtualización y Redes definidas por software.
6. Redes de distribución de contenidos (CDNs). Redes centradas en contenidos (CCNs)

REDES DE SENSORES

1. Sistemas empotrados distribuidos. Comunicación de entorno próximo.
2. Gestión distribuida de adquisición de datos. Sincronización. Consenso.
3. Escalabilidad y tolerancia a fallos.
4. FOG computing: gestión de recursos y servicios en nodos intermedios entre los sensores y la nube.
5. Diseño para bajo consumo. Modos de operación de sensores, planificación para bajo consumo.

6. Seguridad en redes de sensores.

SISTEMAS DE COMUNICACIONES PARA INGENIERÍA DE DATOS

1. Fundamentos de sistemas de comunicaciones
2. Comunicaciones inteligentes
3. Aplicaciones: IoT, 5G, ciencia de datos en sistemas de comunicaciones

ARQUITECTURAS DE PROCESADO MASIVO DE DATOS

1. Estructura de la unidad central de proceso. Unidad aritmético-lógica. Pipeline de instrucciones y de datos.
2. Sistemas jerárquicos de memoria. Tipos de memorias.
3. Entrada/salida. Interacción por sondeo o interrupciones. DMA.
4. Arquitecturas multi-núcleo y multiprocesador.
5. Arquitecturas específicas para aprendizaje profundo: GPU, granjas de GPUs, FPGAs para aprendizaje profundo.

Actividades formativas

Actividad	Horas	% Presencialidad
CT: Clases Teóricas	135	100
CP: Clases de problemas	80	100
ST: Seminarios y Talleres		
CL: Clases Prácticas de laboratorio	55	100
TU: Tutorías	14	100
EI: Estudio y Trabajo Individual	445	0
EG: Estudio y Trabajo en Grupo		
PE: Prácticas Académicas Externas		
OA: Otras Actividades Formativas		

Metodologías docentes

LM: Lección magistral	X
PR: Clase de problemas	X
PL: Prácticas de Laboratorio	X
EC: Estudio de Casos	
APR: Aprendizaje Basado en Problemas	X
APY: Aprendizaje Basado en Proyectos	X
AC: Aprendizaje Cooperativo	

OM: Otras Metodologías docentes		
Sistemas de evaluación		
Técnica evaluativa	Ponderación mínima %	Ponderación máxima %
EX: Examen escrito	50	100
EP: Examen de Prácticas de laboratorio	0	30
ET: Prueba telemática	0	10
PI: Presentación individual	0	10
PG: Presentación en grupo	0	10
TI: Trabajo individual	0	20
TG: Trabajo en grupo	0	20
OT: Otras técnicas evaluativas		
Requisitos previos		

5.6.3.2 *Materia 3.2 - Programación y computación en la nube*

Módulo	Infraestructuras, sistemas conectados y computación en la nube			
Materia	M3.2 Programación y computación en la nube			
Carácter	Mixta (Básica/Obligatoria)		27 ECTS	
Idiomas	Castellano, inglés			
Asignatura	Carácter	Créditos	Curso	Cuatrimestre
Programación	BAS	6	1	Q1
Programación para big data	OB	6	2	Q3
Tecnologías web	OB	3	2	Q4
Computación en la nube	OB	6	3	Q5
Ingeniería big data en la nube	OB	6	3	Q6
Competencias específicas				
CE6 Que los estudiantes tengan la capacidad de construir la infraestructura necesaria para la generación, transformación y transmisión de datos de cualquier fuente, volumen o velocidad.				
CE7 Que los estudiantes sepan desplegar, configurar y utilizar infraestructuras de computación conectadas de altas prestaciones para el almacenamiento y tratamiento de datos, en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación, tanto en la nube como en sistemas locales y centros de procesamiento de datos.				
CE8 Que los estudiantes sean capaces de diseñar y desplegar infraestructuras virtualizadas y redes definidas por software para la comunicación, almacenamiento y tratamiento de datos.				
CE9 Que los estudiantes tengan la capacidad de aplicar las características, funcionalidades y estructura de Internet y las redes de ordenadores a la construcción de infraestructuras e integración de aplicaciones telemáticas y servicios.				
CE10 Que los estudiantes tengan la capacidad de construir sistemas, aplicaciones y servicios telemáticos, interconectados y multiplataforma a partir de su comprensión de la arquitectura web.				
CE17 Que los estudiantes tengan la capacidad de utilizar los fundamentos de la programación, sistemas operativos, bases de datos, tecnología web y las redes y servicios de telecomunicación en proyectos de ingeniería de datos y sistemas.				
Competencias básicas y generales				
CB1 Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio				
CB2 Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio				

CB3	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
CB4	Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
CB5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
CG1	Tener capacidad de trabajar en entornos internacionales y multidisciplinares, haciendo uso de la lengua inglesa en forma oral y escrita.
CG2	Desarrollar la capacidad de trabajar en equipo empleando metodologías ágiles para diseñar soluciones eficientes, fiables y robustas.
CG3	Ser capaz de explicar de forma oral o escrita las soluciones planteadas para la resolución de un problema.
CG4	Saber identificar y utilizar las herramientas de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones más adecuadas para plantear y construir soluciones a problemas.
CG5	Tener la capacidad de concebir y proponer soluciones creativas aplicando los métodos científico y de ingeniería para la definición y resolución de problemas formalizando los objetivos buscados y considerando los recursos disponibles.
CG9	Desarrollar la capacidad de aprendizaje a lo largo de la vida (<i>lifelong learning</i>) para adaptarse a un sector tecnológico en continua evolución.
Resultados de aprendizaje	
• Saber programar en un lenguaje de programación de ordenadores de uso extendido. • Comprender la importancia de los procedimientos de mantenimiento y actualización del software. • Saber manejar los entornos y herramientas de desarrollo. • Comprender los retos y problemas de un análisis de Big Data. • Comprender y evaluar la complejidad de un programa de procesamiento de Big Data, así como tomar decisiones para su adecuada implementación. • Conocer y utilizar las bibliotecas de más amplio uso en el ámbito de Big Data en el lenguaje de programación seleccionado. • Saber filtrar y limpiar datos usando bibliotecas y facilidades del lenguaje de programación más adecuado. • Diseñar e implementar una solución completa a un caso de uso. • Comprender la web y el protocolo HTTP. • Saber diseñar páginas web estáticas y dinámicas usando HTML, CSS y JavaScript. • Saber desarrollar aplicaciones de servidor y microservicios. • Adaptar las aplicaciones y servicios a dispositivos móviles y tabletas. • Comprender la base teórica, el funcionamiento y uso de la virtualización pesada y ligera. • Conocer las arquitecturas de los centros de datos y su implementación. • Conocer los sistemas de almacenamiento definido por software y la implementación de éstos. • Conocer y usar los orquestadores masivos de contenedores para el despliegue de aplicaciones de Big Data.	

- Utilizar herramientas de DevOps para la creación, despliegue y operación de infraestructuras en la nube.
- Saber programar y analizar datos usando el paradigma de la programación funcional.
- Construir aplicaciones y servicios de transporte de datos (de forma distribuida, escalable y fiable), así como permitir su ingestión y almacenamiento para su posterior procesamiento.
- Desplegar un sistema y programarlo para ser capaz de analizar datos masivos tanto en batch como en streaming.
- Conocer y utilizar el modelo de programación y procesado más adecuado para cada caso concreto.
- Conocer y construir arquitecturas de procesado masivo con las tecnologías más adecuadas a cada caso tanto en la nube como en la niebla.
- Utilizar herramientas para búsquedas y presentación de datos masivos.

Contenidos

PROGRAMACIÓN

1. Programación estructurada
2. Programación orientada a objetos
3. Pruebas y depuración de programas

PROGRAMACIÓN PARA BIG DATA

1. Almacenamiento en Big Data.
2. Fases de captura, procesado y presentación de datos (cuadros de mandos).
3. Programación en Python usando las librerías Pandas, NumPy, Scikit, etc.
4. Procesado y limpieza de datos (expresiones regulares).
5. Representación de datos usando Python (construcción de cuadro de mandos).
6. Complejidad algorítmica.

TECNOLOGÍAS WEB

1. Arquitectura de la WEB: protocolo HTTP
2. HTML5 y CSS: Diseño de páginas WEB.
3. Aplicaciones web con node.js.
4. API REST y microservicios.
5. Aplicaciones adaptativas: móviles y tabletas

COMPUTACIÓN EN LA NUBE

1. Virtualización (KVM).
2. Virtualización ligera: contenedores.
3. Arquitectura software de Centros de Datos.
4. Almacenamiento en clusters software de CEPH y HDFS.
5. Orquestación masiva de contenedores: Openstack y Kubernetes.
6. Herramientas DevOps (Ansible y python)

INGENIERÍA BIG DATA EN LA NUBE		
1. Programación funcional: LISP y Scala. 2. Concurrencia y programación distribuida (modelo de actores distribuido). 3. Computación distribuida funcional: paradigma Map-Reduce y su evolución. 4. Programación usando herramientas de análisis de datos en lotes y de análisis de datos continuos en tiempo real blando. 5. Sistemas de distribución de datos basados en el paradigma Publicación-Suscripción escalable. 6. Servicios de ingestión masiva de datos de datos: conceptos y despliegue 7. Servicios para la búsqueda en datos masivos y su presentación y visualización.		
Actividades formativas		
Actividad	Horas	% Presencialidad
CT: Clases Teóricas	135	100
CP: Clases de problemas	80	100
ST: Seminarios y Talleres		
CL: Clases Prácticas de laboratorio	55	100
TU: Tutorías	14	100
EI: Estudio y Trabajo Individual	445	0
EG: Estudio y Trabajo en Grupo		
PE: Prácticas Académicas Externas		
OA: Otras Actividades Formativas		
Metodologías docentes		
LM: Lección magistral		X
PR: Clase de problemas		X
PL: Prácticas de Laboratorio		X
EC: Estudio de Casos		
APR: Aprendizaje Basado en Problemas		X
APY: Aprendizaje Basado en Proyectos		X
AC: Aprendizaje Cooperativo		
OM: Otras Metodologías docentes		
Sistemas de evaluación		
Técnica evaluativa	Ponderación mínima %	Ponderación máxima %

EX: Examen escrito	50	80
EP: Examen de Prácticas de laboratorio	20	50
ET: Prueba telemática	0	10
PI: Presentación individual	0	10
PG: Presentación en grupo	0	10
TI: Trabajo individual	0	20
TG: Trabajo en grupo	0	20
OT: Otras técnicas evaluativas		
Requisitos previos		

5.6.4 Módulo 4 - Ciclo de vida del dato

5.6.4.1 *Materia 4.1 - Sistemas de adquisición y almacenamiento de datos*

Módulo	Ciclo de vida del dato			
Materia	M4.1 Sistemas de adquisición y almacenamiento de datos			
Carácter	Obligatoria	24 ECTS		
Idiomas	Castellano, inglés			
Asignatura	Carácter	Créditos	Curso	Cuatrimestre
Bases de datos relacionales y datos estructurados	OB	6	1	Q2
Bases de datos no relacionales y distribuidas	OB	6	2	Q3
Sistemas de adquisición de datos	OB	6	1	Q2
Teoría de la información	OB	6	2	Q4
Competencias específicas				
CE5 Que los estudiantes sean capaces de analizar los requisitos e identificar los riesgos de un proyecto de ingeniería de datos y sistemas en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación a partir de la comprensión del ciclo de vida completo del dato. CE6 Que los estudiantes tengan la capacidad de construir la infraestructura necesaria para la generación, transformación y transmisión de datos de cualquier fuente, volumen o velocidad. CE12 Que los estudiantes conozcan y sepan diseñar los procedimientos para seleccionar, limpiar y transmitir datos relevantes de una forma fiable y eficiente. CE14 Que los estudiantes sepan aplicar las técnicas de tratamiento de señales analógicas y digitales para preservar y extraer la información relevante de las señales en la fase de adquisición y generación de datos. CE16 Que los estudiantes sepan diseñar, construir e integrar sistemas electrónicos de captura de datos que incluyan la gestión de redes de sensores, teniendo en cuenta restricciones de seguridad, fiabilidad, interacción y eficiencia energética. CE17 Que los estudiantes tengan la capacidad de utilizar los fundamentos de la programación, sistemas operativos, bases de datos, tecnología web y las redes y servicios de telecomunicación en proyectos de ingeniería de datos y sistemas.				
Competencias básicas y generales				
CB1 Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio CB2 Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la				

elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
CB3 Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
CB4 Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
CB5 Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
CG1 Tener capacidad de trabajar en entornos internacionales y multidisciplinares, haciendo uso de la lengua inglesa en forma oral y escrita.
CG2 Desarrollar la capacidad de trabajar en equipo empleando metodologías ágiles para diseñar soluciones eficientes, fiables y robustas.
CG3 Ser capaz de explicar de forma oral o escrita las soluciones planteadas para la resolución de un problema.
CG4 Saber identificar y utilizar las herramientas de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones más adecuadas para plantear y construir soluciones a problemas.
CG5 Tener la capacidad de concebir y proponer soluciones creativas aplicando los métodos científico y de ingeniería para la definición y resolución de problemas formalizando los objetivos buscados y considerando los recursos disponibles.
CG9 Desarrollar la capacidad de aprendizaje a lo largo de la vida (<i>lifelong learning</i>) para adaptarse a un sector tecnológico en continua evolución.
Resultados de aprendizaje
• Construir modelos y transformaciones a estos modelos para su aplicación en el desarrollo y operación de los servicios; observar, identificar y definir las actividades y flujos de información y control de una organización. • Dominar los principios de una arquitectura basada en servicios para darles soporte y aplicar los elementos técnicos necesarios para implantarla y decidir y proponer los procesos de desarrollo y operación de servicios adecuados a un dominio. • Entender cómo realizar un modelado de datos de cualquier aspecto de la realidad e implementarlo sobre diversas tecnologías de bases de datos relacionales. • Seleccionar y aplicar la tecnología adecuada de bases de datos NoSQL para resolver un problema de persistencia. • Entender qué es un sistema distribuido concurrente, los problemas de sincronización, las soluciones de exclusión mutua. • Conocer la implementación de sistemas tolerantes a fallos. • Aplicar algoritmos de consenso, así como los conceptos de diseño de protocolos de acuerdos, su implementación y su uso en sistemas distribuidos. • Describir los conceptos principales sobre sensores y actuadores y aplicar las técnicas de medida. • Utilizar métodos formales de diseño y verificación para sistemas empujados. • Analizar y diseñar sistemas para la recolección de energía. • Conocer los fundamentos de la teoría de la información: información mutua, entropía... así como el correspondiente modelado de las fuentes de datos. • Comprender los principios de la codificación de fuente y su aplicabilidad a compresión de

datos. • Dominar las aplicaciones de codificación fuente en voz, audio, imagen, vídeo.
Contenidos
BASES DE DATOS RELACIONALES Y DATOS ESTRUCTURADOS 1. Introducción y contextualización a las bases de datos relacionales. 2. Modelado Conceptual y Modelos de Datos Relacional. 3. Diseño de Base de Datos Relacionales 4. Lenguaje SQL de Bases de Datos: DDL (Data Definition Language) y DML (Data Manipulation Language) 5. Aplicaciones y Servicios con Bases de Datos SQL 6. Introducción al modelado y limpieza de los datos para su procesado 7. Grafos de conocimientos públicos y corporativos. Repositorio de tuplas y grafos BASES DE DATOS NO RELACIONALES Y DISTRIBUIDAS 1. Introducción a NoSQL. 2. Construcción de aplicaciones y servicios con bases de datos no relacionales 3. Otras bases de datos NoSQL: bases de datos documentales, clave-valor, orientadas a grafos y de series temporales 4. Sistemas Distribuidos y Programación Concurrente. Fiabilidad de los programas concurrentes. Interbloques. Tolerancia a fallos, replicación. 5. Algoritmos y Protocolos de acuerdo SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS 1. Sensores y actuadores. Técnicas y teoría de la medida 2. Sistema de acondicionamiento de señal. 3. Sistemas empotrados. Métodos formales de diseño y verificación 4. Planificación de tiempo real de sistemas empotrados 5. Recolección de energía TEORÍA DE LA INFORMACIÓN 1. Métricas de información y fuentes de datos 2. Codificación de fuente. 3. Algoritmos en codificación de fuente en voz, audio, imagen, vídeo. 4. Información, inferencia y aprendizaje
Actividades formativas

Actividad	Horas	% Presencialidad
CT: Clases Teóricas	100	100
CP: Clases de problemas	80	100
ST: Seminarios y Talleres		
CL: Clases Prácticas de laboratorio	60	100
TU: Tutorías	18	100
EI: Estudio y Trabajo Individual	290	0
EG: Estudio y Trabajo en Grupo	100	0
PE: Prácticas Académicas Externas		
OA: Otras Actividades Formativas		
Metodologías docentes		
LM: Lección magistral		X
PR: Clase de problemas		X
PL: Prácticas de Laboratorio		X
EC: Estudio de Casos		X
APR: Aprendizaje Basado en Problemas		X
APY: Aprendizaje Basado en Proyectos		X
AC: Aprendizaje Cooperativo		
OM: Otras Metodologías docentes		
Sistemas de evaluación		
Técnica evaluativa	Ponderación mínima %	Ponderación máxima %
EX: Examen escrito	50	100
EP: Examen de Prácticas de laboratorio	0	30
ET: Prueba telemática	0	20
PI: Presentación individual	0	20
PG: Presentación en grupo	0	10
TI: Trabajo individual	0	20
TG: Trabajo en grupo	0	10
OT: Otras técnicas evaluativas		
Requisitos previos		

--

5.6.4.2 Materia 4.2 - Análisis de señales y datos

Módulo	Ciclo de vida del dato			
Materia	M4.2 Análisis de señales y de datos			
Carácter	Obligatoria	18 ECTS		
Idiomas	Castellano, inglés			
Asignatura	Carácter	Créditos	Curso	Cuatrimestre
Aprendizaje automático	OB	6	2	Q5
Análisis de señales	OB	6	3	Q5
Análisis y visualización de datos	OB	6	3	Q6
Competencias específicas				
CE5 Que los estudiantes sean capaces de analizar los requisitos e identificar los riesgos de un proyecto de ingeniería de datos y sistemas en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación a partir de la comprensión del ciclo de vida completo del dato. CE12 Que los estudiantes conozcan y sepan diseñar los procedimientos para seleccionar, limpiar y transmitir datos relevantes de una forma fiable y eficiente. CE13 Que los estudiantes sean capaces de aplicar sus conocimientos sobre los fundamentos de las técnicas de aprendizaje automático y de visualización de datos a la ingeniería de datos y sistemas en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación. CE14 Que los estudiantes sepan aplicar las técnicas de tratamiento de señales analógicas y digitales para preservar y extraer la información relevante de las señales en la fase de adquisición y generación de datos.				
Competencias básicas y generales				
CB1 Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio CB2 Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio CB3 Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética CB4 Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado CB5 Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía CG1 Tener capacidad de trabajar en entornos internacionales y multidisciplinares, haciendo				

uso de la lengua inglesa en forma oral y escrita. CG2 Desarrollar la capacidad de trabajar en equipo empleando metodologías ágiles para diseñar soluciones eficientes, fiables y robustas. CG3 Explicar de forma oral o escrita las soluciones planteadas para la resolución de un problema. CG4 Identificar y utilizar las herramientas de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones más adecuadas para plantear y construir soluciones a problemas. CG5 Concebir y proponer soluciones creativas aplicando los métodos científico y de ingeniería para la definición y resolución de problemas formalizando los objetivos buscados y considerando los recursos disponibles. CG9 Desarrollar la capacidad de aprendizaje a lo largo de la vida (<i>lifelong learning</i>) para adaptarse a un sector tecnológico en continua evolución.
Resultados de aprendizaje
• Conocer las técnicas más representativas y actuales de aprendizaje no supervisado, supervisado, y por refuerzo. • Manejar las herramientas y entornos de trabajo más actuales en el ámbito del aprendizaje automático. • Utilizar modelos y métodos visuales para realizar análisis de datos creando elementos básicos de visualización como gráficos o animaciones interactivas. • Desarrollar visualizaciones de relaciones entre elementos de información, como jerarquías y redes. • Implementar aplicaciones utilizando estrategias de visualización de información compleja. • Comprender los conceptos básicos y técnicas de análisis de señales de naturaleza diversa. • Saber evaluar la adecuación de las metodologías aplicadas en problemas específicos de varios entornos como el audiovisual, biológico, etc. • Saber describir una señal de imagen, audio, vídeo, biológica o de cualquier tipo a nivel de contenido por sus diferentes características locales o en frecuencia.
Contenidos
APRENDIZAJE AUTOMÁTICO 1. Introducción, taxonomía y principios fundamentales. 2. Modelado: gráficos, bayesiano, neuronales, evolutivos, de árbol y geométricos. 3. Redes neuronales: arquitecturas progresivas. 4. Aprendizaje supervisado: clasificación y regresión. 5. Aprendizaje no supervisado: clusterización y reducción de dimensionalidad 5. Aprendizaje por refuerzo: programación dinámica e implementaciones con y sin conocimiento de modelo ANÁLISIS DE SEÑALES 1. Principales fuentes de señales como datos no estructurados: audio, vídeo, señales biológicas, sensores... 2. Técnicas de tratamiento de señales desde una perspectiva de aprendizaje automático

3. Principales problemáticas: clasificación y reconocimiento		
4. Análisis de aplicaciones: visión artificial, reconocimiento en imágenes médicas, clasificación de señales biológicas, separación de fuentes acústicas, procesos cognitivos como reconocimiento de estados emocionales...		
ANÁLISIS Y VISUALIZACIÓN DE DATOS		
1. Técnicas de limpieza, representación y manejo de datos		
2. Técnicas de enriquecimiento de datos: agregación, ingeniería de rasgos, minería de datos, patrones y aprendizaje no supervisado.		
3. Técnicas y herramientas de visualización (espacial, temporal, en grafos, enlazados). Métricas.		
4. Diseño y Experiencia de Usuario		
Actividades formativas		
Actividad	Horas	% Presencialidad
CT: Clases Teóricas	90	100
CP: Clases de problemas	50	100
ST: Seminarios y Talleres		
CL: Clases Prácticas de laboratorio	40	100
TU: Tutorías	16	100
EI: Estudio y Trabajo Individual	200	0
EG: Estudio y Trabajo en Grupo	90	0
PE: Prácticas Académicas Externas		
OA: Otras Actividades Formativas		
Metodologías docentes		
LM: Lección magistral		X
PR: Clase de problemas		X
PL: Prácticas de Laboratorio		X
EC: Estudio de Casos		X
APR: Aprendizaje Basado en Problemas		X
APY: Aprendizaje Basado en Proyectos		X
AC: Aprendizaje Cooperativo		
OM: Otras Metodologías docentes		
Sistemas de evaluación		
Técnica evaluativa	Ponderación	Ponderación

	mínima %	máxima %
EX: Examen escrito	50	100
EP: Examen de Prácticas de laboratorio	0	30
ET: Prueba telemática	0	20
PI: Presentación individual	0	20
PG: Presentación en grupo	0	10
TI: Trabajo individual	0	20
TG: Trabajo en grupo	0	10
OT: Otras técnicas evaluativas		
Requisitos previos		

5.6.5 Módulo 5 - Aplicaciones sectoriales y proyectos de ingeniería

5.6.5.1 *Materia 5.1 - Aplicaciones de la ingeniería de datos*

Módulo	Aplicaciones sectoriales y proyectos de ingeniería			
Materia	M5.1 Aplicaciones de la ingeniería de datos			
Carácter	Obligatoria	18 ECTS		
Idiomas	Castellano, inglés			
Asignatura	Carácter	Créditos	Curso	Cuatrimestre
Ciberseguridad y protección de datos	OB	6	4	Q7
Aplicaciones sectoriales	OB	6	3	Q6
Procesado avanzado de señales y datos	OB	6	3	Q6
Competencias específicas				
CE4 Que los estudiantes sean capaces de aplicar los conceptos y tecnologías del ámbito de la ingeniería de la telecomunicación en cualquier sector (eHealth, business intelligence, smart cities, etc.) incorporando aspectos técnicos, de negocio y de gestión.				
CE5 Que los estudiantes sean capaces de analizar los requisitos e identificar los riesgos de un proyecto de ingeniería de datos y sistemas en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación a partir de la comprensión del ciclo de vida completo del dato.				
CE11 Que los estudiantes sean capaces de diseñar y operar sistemas de almacenamiento y transmisión de datos teniendo en cuenta estrategias y requisitos de seguridad y privacidad, políticas de acceso a los datos, con capacidad de prever ataques y subsanar vulnerabilidades.				
CE12 Que los estudiantes conozcan y sepan diseñar los procedimientos para seleccionar, limpiar y transmitir datos relevantes de una forma fiable y eficiente.				
CE13 Que los estudiantes sean capaces de aplicar sus conocimientos sobre los fundamentos de las técnicas de aprendizaje automático y de visualización de datos a la ingeniería de datos y sistemas en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación.				
CE14 Que los estudiantes sepan aplicar las técnicas de tratamiento de señales analógicas y digitales para preservar y extraer la información relevante de las señales en la fase de adquisición y generación de datos.				
CE15 Que los estudiantes sepan diseñar, implementar y desplegar sistemas conectados y servicios de valor añadido para la economía digital, en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación.				
CE18 Que los estudiantes tengan la capacidad de gestionar, supervisar y evaluar proyectos de ingeniería de datos y sistemas en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación.				
CE21 Conocer y aplicar de manera adecuada la normativa, legislación y regulaciones relativas a los sistemas y servicios específicos de la titulación, así como las especificaciones, estándares y directivas técnicas en función de las características, los requisitos y la funcionalidad que deban implementarse.				

Competencias básicas y generales	
CB1	Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio
CB2	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
CB3	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
CB4	Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
CB5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
CG1	Tener capacidad de trabajar en entornos internacionales y multidisciplinares, haciendo uso de la lengua inglesa en forma oral y escrita.
CG3	Ser capaz de explicar de forma oral o escrita las soluciones planteadas para la resolución de un problema.
CG4	Saber identificar y utilizar las herramientas de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones más adecuadas para plantear y construir soluciones a problemas.
CG5	Tener la capacidad de concebir y proponer soluciones creativas aplicando los métodos científico y de ingeniería para la definición y resolución de problemas formalizando los objetivos buscados y considerando los recursos disponibles.
CG6	Poseer la habilidad para liderar equipos multidisciplinares para diseñar y construir sistemas que den respuesta a proyectos de ingeniería, dentro de un equipo organizando, planificando, tomando decisiones, negociando y resolviendo conflictos.
CG11	Ser capaz de trabajar respetando de manera responsable el marco ético en el ámbito de la titulación.
Resultados de aprendizaje	
• Comprender la relación entre la complejidad de los modelos de aprendizaje, las características de los datos de entrenamiento y el sobreajuste, y conocer los mecanismos para evitarlo. • Diseñar, implementar y aplicar las técnicas y herramientas más representativas y actuales de aprendizaje no supervisado, semisupervisado y supervisado, con y sin refuerzo, incluyendo redes neuronales profundas. • Conocer las técnicas de generación de distribuciones arbitrarias utilizando arquitecturas profundas. • Comprender las amenazas a la seguridad de las infraestructuras de datos y las metodologías de análisis de riesgos. • Diseñar y aplicar las técnicas de protección de las infraestructuras de datos.	

- Conocer la legislación en materia de protección de datos.
- Entender la problemática específica de casos de estudio seleccionados en el ámbito de sectores económicos relevantes.
- Aplicar los conocimientos de infraestructuras de datos y ciclo de vida del dato para encontrar soluciones tecnológicas viables para los casos seleccionados.
- Analizar los aspectos económicos, éticos y medioambientales de las soluciones.

Contenidos

PROCESADO AVANZADO DE SEÑALES Y DATOS

1. Técnicas avanzadas de procesamiento de señal y datos
2. Herramientas para el desarrollo de procesamiento avanzado de señales y datos
3. Aplicaciones del procesamiento avanzado de datos y señales en visión artificial, acústica, comunicaciones, ciberseguridad, bioingeniería, etc.

CIBERSEGURIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS

1. Ciberseguridad y Caracterización de Amenazas.
2. Estrategias de Ciberseguridad y Análisis de Riesgos.
3. Protección de Sistemas, Comunicaciones y Datos.
4. Ingeniería de Privacidad.
5. Verificación del cumplimiento Legislativo de Protección de Datos.

APLICACIONES SECTORIALES

1. Ingeniería de datos en sectores con diferentes tipos de datos.
2. Casos de estudio
3. Análisis global de la cadena del dato:
4. Adquisición, ingestión, preprocesado y limpieza
5. Extracción de valor mediante algorítmica
6. Visualización e interacción con el usuario
7. Plataformas de gestión de eventos
8. Protección de datos
9. Consideraciones económicas

Actividades formativas

Actividad	Horas	% Presencialidad
CT: Clases Teóricas	70	100
CP: Clases de problemas	65	100
ST: Seminarios y Talleres		
CL: Clases Prácticas de laboratorio	35	100
TU: Tutorías	14	100

EI: Estudio y Trabajo Individual	200	0
EG: Estudio y Trabajo en Grupo	102	0
PE: Prácticas Académicas Externas		
OA: Otras Actividades Formativas		
Metodologías docentes		
LM: Lección magistral		X
PR: Clase de problemas		X
PL: Prácticas de Laboratorio		X
EC: Estudio de Casos		X
APR: Aprendizaje Basado en Problemas		X
APY: Aprendizaje Basado en Proyectos		X
AC: Aprendizaje Cooperativo		
OM: Otras Metodologías docentes		
Sistemas de evaluación		
Técnica evaluativa	Ponderación mínima %	Ponderación máxima %
EX: Examen escrito	20	80
EP: Examen de Prácticas de laboratorio	0	40
ET: Prueba telemática	0	10
PI: Presentación individual	0	10
PG: Presentación en grupo	0	20
TI: Trabajo individual	20	30
TG: Trabajo en grupo	0	30
OT: Otras técnicas evaluativas		
Requisitos previos		

5.6.5.2 *Materia 5.2 - Proyectos en ingeniería de datos*

Módulo	Aplicaciones sectoriales y proyectos de ingeniería			
Materia	M5.2 Proyectos en ingeniería y sistemas de datos			
Carácter	Obligatoria	15 ECTS		
Idiomas	Castellano, inglés			
Asignatura	Carácter	Créditos	Curso	Cuatrimestre
Gestión de proyectos	OB	6	4	Q7
Proyecto en ingeniería de datos	OB	9	4	Q7
Competencias específicas				
CE4 Que los estudiantes sean capaces de aplicar los conceptos y tecnologías del ámbito de la ingeniería de la telecomunicación en cualquier sector (eHealth, business intelligence, smart cities, etc.) incorporando aspectos técnicos, de negocio y de gestión. CE5 Que los estudiantes sean capaces de analizar los requisitos e identificar los riesgos de un proyecto de ingeniería de datos y sistemas en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación a partir de la comprensión del ciclo de vida completo del dato. CE18 Que los estudiantes tengan la capacidad de gestionar, supervisar y evaluar proyectos de ingeniería de datos y sistemas en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación. CE19 Que los estudiantes entiendan los conceptos y metodologías de teoría de sistemas desde la captura de requisitos y definición de indicadores clave de rendimiento hasta el enfoque sociotécnico del sistema en su conjunto, incluyendo análisis de riesgos tecnológicos. CE21 Conocer y aplicar de manera adecuada la normativa, legislación y regulaciones relativas a los sistemas y servicios específicos de la titulación, así como las especificaciones, estándares y directivas técnicas en función de las características, los requisitos y la funcionalidad que deban implementarse.				
Competencias básicas y generales				
CB1 Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio CB2 Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio CB3 Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética CB4 Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un				

público tanto especializado como no especializado CB5 Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía CG1 Tener capacidad de trabajar en entornos internacionales y multidisciplinares, haciendo uso de la lengua inglesa en forma oral y escrita. CG2 Desarrollar la capacidad de trabajar en equipo empleando metodologías ágiles para diseñar soluciones eficientes, fiables y robustas. CG3 Ser capaz de explicar de forma oral o escrita las soluciones planteadas para la resolución de un problema. CG4 Saber identificar y utilizar las herramientas de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones más adecuadas para plantear y construir soluciones a problemas. CG5 Tener la capacidad de concebir y proponer soluciones creativas aplicando los métodos científico y de ingeniería para la definición y resolución de problemas formalizando los objetivos buscados y considerando los recursos disponibles. CG6 Poseer la habilidad para liderar equipos multidisciplinares para diseñar y construir sistemas que den respuesta a proyectos de ingeniería, dentro de un equipo organizando, planificando, tomando decisiones, negociando y resolviendo conflictos. CG7 Saber cómo organizar, planificar y gestionar proyectos de ingeniería, proponiendo soluciones adecuadas e identificando los riesgos, la calidad y el impacto económico. CG8 Ser capaz de analizar el impacto medioambiental y social de un proyecto de ingeniería. CG10 Desarrollar la capacidad de proponer e implementar soluciones y proyectos orientados a retos sociales basados en la responsabilidad social corporativa (RSC) y en los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). CG11 Ser capaz de trabajar respetando de manera responsable el marco ético en el ámbito de la titulación.	
Resultados de aprendizaje	
• Saber realizar la gestión de un proyecto de ingeniería de datos, así como de sus recursos y sus riesgos. • Saber emplear técnicas y herramientas de apoyo a la planificación y gestión de proyectos y de riesgos. • Conocer la importancia de la gestión del cambio y de la gestión de la configuración, conociendo los conceptos básicos y la cultura de la calidad. • Saber identificar y definir los requisitos de un proyecto en ingeniería de datos y sistemas. • Diseñar una solución para un caso de estudio en ingeniería de datos y sistemas a partir de los requisitos identificados. • Analizar las tecnologías necesarias para implementar un caso de estudio • Evaluar y diseñar los aspectos económicos para hacer la solución viable.	
Contenidos	
GESTIÓN DE PROYECTOS 1. Ingeniería de requisitos 2. Estructura de un proyecto intensivo en datos. La aplicación de modelos iterativos, la gestión del cambio e implicaciones de gestión.	

3. Metodologías para gestión de proyectos de ingeniería de datos. El Project Manager y el Cliente en proyectos de ingeniería de datos. 4. Planificación y gestión de equipos, recursos, costes y riesgos en proyectos tecnológicos. 5. Análisis de casos prácticos.		
PROYECTO EN INGENIERÍA DE DATOS En esta asignatura, los estudiantes se desarrollarán una solución concreta para un caso de estudio en ingeniería de datos utilizando los sistemas necesarios integrados en la cadena de valor del dato (adquisición, limpieza, transmisión, almacenamiento, análisis y visualización). Los estudiantes deberán presentar una solución técnica y económicamente viable.		
Actividades formativas		
Actividad	Horas	% Presencialidad
CT: Clases Teóricas	50	100
CP: Clases de problemas	20	100
ST: Seminarios y Talleres	10	100
CL: Clases Prácticas de laboratorio	80	100
TU: Tutorías	15	100
EI: Estudio y Trabajo Individual	90	0
EG: Estudio y Trabajo en Grupo	140	0
PE: Prácticas Académicas Externas		
OA: Otras Actividades Formativas		
Metodologías docentes		
LM: Lección magistral		X
PR: Clase de problemas		X
PL: Prácticas de Laboratorio		X
EC: Estudio de Casos		X
APR: Aprendizaje Basado en Problemas		X
APY: Aprendizaje Basado en Proyectos		X
AC: Aprendizaje Cooperativo		X
OM: Otras Metodologías docentes		
Sistemas de evaluación		
Técnica evaluativa	Ponderación mínima %	Ponderación máxima %

EX: Examen escrito	20	70
EP: Examen de Prácticas de laboratorio	0	40
ET: Prueba telemática	0	10
PI: Presentación individual	0	10
PG: Presentación en grupo	15	20
TI: Trabajo individual	0	30
TG: Trabajo en grupo	15	40
OT: Otras técnicas evaluativas		
Requisitos previos		

5.6.6 Módulo 6 - Inglés

5.6.6.1 *Materia 6.1 Inglés*

Módulo	Inglés			
Materia	M6.1 Inglés			
Carácter	Obligatoria	6 ECTS		
Idiomas	Castellano, inglés			
Asignatura	Carácter	Créditos	Curso	Cuatrimestre
Uso profesional de la lengua inglesa	OB	6	2	Q3
Competencias específicas				
--				
Competencias básicas y generales				
CB4 Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado				
CG1 Tener capacidad de trabajar en entornos internacionales y multidisciplinares, haciendo uso de la lengua inglesa en forma oral y escrita.				
CG6 Poseer la habilidad para liderar equipos multidisciplinares para diseñar y construir sistemas que den respuesta a proyectos de ingeniería, dentro de un equipo organizando, planificando, tomando decisiones, negociando y resolviendo conflictos.				
Resultados de aprendizaje				
- Entender y producir textos, artículos y presentaciones orales en inglés. - Dominar la terminología propia de la Ingeniería de datos. - Saber resumir y exponer correctamente y con rigor un tema sobre el que se ha documentado previamente. - Manejar de forma competente las convenciones que rigen el inglés escrito y ser capaz de transferirlas a su propia producción lingüística para redactar textos en inglés técnico				
Contenidos				
USO PROFESIONAL DE LA LENGUA INGLESA				
1. Estilo científico-técnico y proceso de escritura: formalidad, coherencia y cohesión				
2. Funciones retóricas: definición, clasificación, descripción física y de procesos				
3. Desarrollo de las competencias de lectura e interpretación de textos académicos y profesionales relacionados con la ciencia de datos				
4. Desarrollo de las competencias orales: entrevista de trabajo, presentaciones orales				
5. Desarrollo de las competencias auditivas: audición y comprensión de vídeos sobre la				

ingeniería de datos.		
Actividades formativas		
Actividad	Horas	% Presencialidad
CT: Clases Teóricas	15	100
CP: Clases de problemas	30	100
ST: Seminarios y Talleres	15	100
CL: Clases Prácticas de laboratorio		
TU: Tutorías	6	100
EI: Estudio y Trabajo Individual	46	0
EG: Estudio y Trabajo en Grupo	30	0
PE: Prácticas Académicas Externas		
OA: Otras Actividades Formativas	20	50
Metodologías docentes		
LM: Lección magistral		X
PR: Clase de problemas		X
PL: Prácticas de Laboratorio		
EC: Estudio de Casos		
APR: Aprendizaje Basado en Problemas		
APY: Aprendizaje Basado en Proyectos		X
AC: Aprendizaje Cooperativo		X
OM: Otras Metodologías docentes		X
Sistemas de evaluación		
Técnica evaluativa	Ponderación mínima %	Ponderación máxima %
EX: Examen escrito	40	50
EP: Examen de Prácticas de laboratorio	0	40
ET: Prueba telemática		
PI: Presentación individual		
PG: Presentación en grupo	0	20
TI: Trabajo individual	15	20
TG: Trabajo en grupo	15	40

OT: Otras técnicas evaluativas	0	20
Requisitos previos		
Nivelación B2 en lengua inglesa según el Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas.		

5.6.7 Módulo 7 - Optatividad y Prácticas Académicas Externas

5.6.7.1 Materia 7.1 - Optativas

Módulo	Optatividad y Prácticas Académicas Externas				
Materia	M7.1 Optativas				
Carácter	Optativa			24 ECTS	
Idiomas	Castellano, inglés				
Asignatura	Carácter	Créditos	Curso	Cuatrimestre	
Asignaturas optativas	OP	24	4	Q7/Q8	
Competencias específicas					
--					
Competencias básicas y generales					
CB1 Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio					
CB2 Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio					
CB3 Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética					
CB4 Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado					
CB5 Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía					
CG1 Tener capacidad de trabajar en entornos internacionales y multidisciplinares, haciendo uso de la lengua inglesa en forma oral y escrita.					
CG2 Desarrollar la capacidad de trabajar en equipo empleando metodologías ágiles para diseñar soluciones eficientes, fiables y robustas.					
CG3 Ser capaz de explicar de forma oral o escrita las soluciones planteadas para la resolución de un problema.					
CG4 Saber identificar y utilizar las herramientas de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones más adecuadas para plantear y construir soluciones a problemas.					
CG5 Tener la capacidad de concebir y proponer soluciones creativas aplicando los métodos científico y de ingeniería para la definición y resolución de problemas formalizando los objetivos buscados y considerando los recursos disponibles.					

CG9 Desarrollar la capacidad de aprendizaje a lo largo de la vida (<i>lifelong learning</i>) para adaptarse a un sector tecnológico en continua evolución.		
Resultados de aprendizaje		
Conocimientos y habilidades de las temáticas científico tecnológicas desarrolladas en las asignaturas ofertadas		
Contenidos		
Cada curso académico, se ofertará un listado de asignaturas que tendrá como objetivo que el alumno profundice en ramas afines a la ingeniería de datos y sistemas o profundizar en conocimientos en el ámbito de la titulación. El catálogo de asignaturas optativas se actualizará de acuerdo con los cambios tecnológicos para dotar de flexibilidad al plan de estudios. Se podrán ofertar estas asignaturas agrupadas por ámbitos para que el estudiante puede complementar su formación según su interés. A modo de ejemplo, se citan algunas asignaturas optativas (6 ECTS): - Cognitive Telecommunications - Algoritmos bioinspirados, colectivos y distribuidos - Introducción al transporte inteligente - Centros de Procesado de Datos - Arquitectura y diseño de aplicaciones sobre BlockChain Los créditos de la materia Optativas también se podrán obtener por realización de actividades contempladas en el Art. 12 del RD1393/2007, hasta un máximo de 6 ECTS.		
Actividades formativas		
Actividad	Horas	% Presencialidad
CT: Clases Teóricas	84	100
CP: Clases de problemas	84	100
ST: Seminarios y Talleres	12	100
CL: Clases Prácticas de laboratorio	24	100
TU: Tutorías	12	100
EI: Estudio y Trabajo Individual	300	0
EG: Estudio y Trabajo en Grupo	132	0
PE: Prácticas Académicas Externas		
OA: Otras Actividades Formativas		
Metodologías docentes		
LM: Lección magistral		X
PR: Clase de problemas		X
PL: Prácticas de Laboratorio		X

EC: Estudio de Casos	X	
APR: Aprendizaje Basado en Problemas	X	
APY: Aprendizaje Basado en Proyectos	X	
AC: Aprendizaje Cooperativo	X	
OM: Otras Metodologías docentes		
Sistemas de evaluación		
Técnica evaluativa	Ponderación mínima %	Ponderación máxima %
EX: Examen escrito	10	50
EP: Examen de Prácticas de laboratorio	10	50
ET: Prueba telemática	0	20
PI: Presentación individual	0	20
PG: Presentación en grupo	0	20
TI: Trabajo individual	15	70
TG: Trabajo en grupo	15	70
OT: Otras técnicas evaluativas	0	20
Requisitos previos		

5.6.7.2 Materia 7.2 - Prácticas Académicas Externas

Dentro de esta materia, se contempla la asignación de créditos a un estudiante por la realización de prácticas en una empresa o centro de investigación cuyas actividades sean afines a los contenidos del Grado.

Con carácter general, la realización de dichas prácticas se canalizará a través del COIE de la UPM. Para obtener créditos de prácticas, el estudiante deberá solicitarlo; a la vista de la solicitud, se le designará un tutor académico, de acuerdo con la afinidad de su actividad investigadora en relación al contenido de las prácticas. El tutor académico evaluará tanto el contenido como la carga de trabajo a la vista de un informe elaborado por el alumno y otro elaborado por el tutor profesional.

En el caso de las Prácticas Académicas Externas, se reconoce 1 ECTS por cada 30 horas de trabajo del estudiante.

Módulo	Optatividad y Prácticas Académicas Externas				
Materia	M7.2 Prácticas Académicas Externas				
Carácter	Optativa			12 ECTS	
Idiomas	Castellano, inglés				
Asignatura		Carácter	Créditos	Curso	Cuatrimestre
Prácticas Académicas Externas		OP	12	4	Q7/Q8
Competencias específicas					
--					
Competencias básicas y generales					
CB2 Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio					
CB3 Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética					
CG2 Desarrollar la capacidad de trabajar en equipo empleando metodologías ágiles para diseñar soluciones eficientes, fiables y robustas.					
CG3 Ser capaz de explicar de forma oral o escrita las soluciones planteadas para la resolución de un problema.					
CG4 Saber identificar y utilizar las herramientas de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones más adecuadas para plantear y construir soluciones a problemas.					
CG5 Tener la capacidad de concebir y proponer soluciones creativas aplicando los métodos científico y de ingeniería para la definición y resolución de problemas formalizando los objetivos buscados y considerando los recursos disponibles.					

CG7 Saber cómo organizar, planificar y gestionar proyectos de ingeniería, proponiendo soluciones adecuadas e identificando los riesgos, la calidad y el impacto económico. CG9 Desarrollar la capacidad de aprendizaje a lo largo de la vida (lifelong learning) para adaptarse a un sector tecnológico en continua evolución. CG11 Ser capaz de trabajar respetando de manera responsable el marco ético en el ámbito de la titulación.		
Resultados de aprendizaje		
• Aprender a trabajar en un entorno profesional, con responsabilidad, iniciativa, implicación personal y creatividad. • Aplicar los conocimientos adquiridos en los estudios de Grado en el marco de un entorno profesional o de investigación. • Gestionar el tiempo y otros recursos adecuadamente y con eficacia para desarrollar las tareas encomendadas en un entorno profesional. • Responder a las diferentes situaciones que puedan presentarse en un entorno profesional (toma de decisiones, problemas, requisitos no previstos, etc.). • Redactar en tiempo y forma una memoria ejecutiva con los resultados de la práctica (tarea, planificación, resultados, conclusiones). • Cumplir las normas y horarios establecidos en el destino donde se desarrolle la Práctica Académica Externa.		
Contenidos		
Las Prácticas Académicas Externas son actividades de naturaleza formativa realizadas por los estudiantes y supervisadas por la Universidad, con el objetivo de aplicar y complementar los conocimientos adquiridos en su formación académica, favoreciendo la adquisición de competencias para el ejercicio de actividades profesionales. Cualquier estancia de prácticas deberá estar regulada por un Convenio de Cooperación Educativa de carácter Marco firmado antes de su comienzo entre la UPM y la Entidad donde se vaya a realizar. Tendrán un formato tipo para todos los Centros de la UPM. Como desarrollo del Convenio Marco se generarán Convenios Individuales de Cooperación Educativa para cada alumno y práctica en concreto. Las Prácticas Académicas Externas pueden realizarse: • En entidades colaboradoras: empresas, instituciones, entidades públicas y privadas, tanto de ámbito nacional como internacional. • En la propia Universidad: Centros, Institutos de Investigación, Laboratorios, Departamentos. Cada curso académico, se propondrá un listado de asignaturas que tendrá como objetivo que el alumno profundice en ramas afines a la ingeniería de datos y sistemas o profundizar en conocimientos en el ámbito de la titulación.		
Actividades formativas		
Actividad	Horas	% Presencialidad
CT: Clases Teóricas		
CP: Clases de problemas		

ST: Seminarios y Talleres		
CL: Clases Prácticas de laboratorio		
TU: Tutorías		
EI: Estudio y Trabajo Individual	15	0
EG: Estudio y Trabajo en Grupo		
PE: Prácticas Académicas Externas	345	80
OA: Otras Actividades Formativas		
Metodologías docentes		
LM: Lección magistral		
PR: Clase de problemas		
PL: Prácticas de Laboratorio		
EC: Estudio de Casos		X
APR: Aprendizaje Basado en Problemas		
APY: Aprendizaje Basado en Proyectos		X
AC: Aprendizaje Cooperativo		
OM: Otras Metodologías docentes		
PF: Supervisión de actividades formativas del Proyecto Formativo de la Práctica Académica Externa por parte del tutor académico		X
Sistemas de evaluación		
Técnica evaluativa	Ponderación mínima %	Ponderación máxima %
EX: Examen escrito		
EP: Examen de Prácticas de laboratorio		
ET: Prueba telemática		
PI: Presentación individual		
PG: Presentación en grupo		
TI: Trabajo individual		
TG: Trabajo en grupo		
OT: Otras técnicas evaluativas		
MPE: Memoria de Prácticas Académicas Externas	40	60
DPE: Evaluación del desarrollo de la Práctica Académica Externa por parte del tutor académico	40	60

Requisitos previos

5.6.8 Módulo 8 - Trabajo Fin de Grado

5.6.8.1 Materia 8.1 – Trabajo Fin de Grado

Módulo	Trabajo Fin de Grado				
Materia	M8.1 Trabajo Fin de Grado				
Carácter	Trabajo Fin de Grado			12 ECTS	
Idiomas	Castellano, inglés				
Asignatura	Carácter	Créditos	Curso	Cuatrimestre	
Trabajo Fin de Grado	TFG	12	4	Q8	
Competencias específicas					
CE20 Que los estudiantes tengan la capacidad de llevar a cabo un ejercicio original a realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto multidisciplinar de estudio o diseño de un sistema, aplicación o servicio de ingeniería de datos y sistemas en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería de Telecomunicación de naturaleza profesional en el que se sinteticen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas					
Todas aquellas relacionadas con el tema del Trabajo Fin de Grado.					
Competencias básicas y generales					
CB2 Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio					
CB3 Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.					
CB4 Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado					
CG3 Ser capaz de explicar de forma oral o escrita las soluciones planteadas para la resolución de un problema.					
CG4 Saber identificar y utilizar las herramientas de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones más adecuadas para plantear y construir soluciones a problemas.					
CG5 Tener la capacidad de concebir y proponer soluciones creativas aplicando los métodos científico y de ingeniería para la definición y resolución de problemas formalizando los objetivos buscados y considerando los recursos disponibles.					
CG7 Saber cómo organizar, planificar y gestionar proyectos de ingeniería, proponiendo soluciones adecuadas e identificando los riesgos, la calidad y el impacto económico.					
CG8 Ser capaz de analizar el impacto medioambiental y social de un proyecto de ingeniería.					
CG9 Desarrollar la capacidad de aprendizaje a lo largo de la vida (lifelong learning) para					

adaptarse a un sector tecnológico en continua evolución.		
CG10 Desarrollar la capacidad de proponer e implementar soluciones y proyectos orientados a retos sociales basados en la responsabilidad social corporativa (RSC) y en los objetivos de desarrollo sostenible (ODS).		
CG11 Ser capaz de trabajar respetando de manera responsable el marco ético en el ámbito de la titulación.		
Resultados de aprendizaje		
- Comunicar de manera efectiva en forma oral y escrita el contexto y los resultados del proyecto - Valorar el impacto social, económico y medioambiental de un proyecto en el ámbito de la ingeniería de datos y sistemas - Participar en proyectos de forma activa, aportando ideas y soluciones - Analizar los condicionantes, requisitos y el contexto de un proyecto para ofrecer una solución		
Contenidos		
Proyecto en el ámbito de la ingeniería de datos y sistemas en el que se sintetizan e integran las competencias adquiridas en las enseñanzas.		
Actividades formativas		
Actividad	Horas	% Presencialidad
CT: Clases Teóricas		
CP: Clases de problemas		
ST: Seminarios y Talleres		
CL: Clases Prácticas de laboratorio		
TU: Tutorías	40	100
EI: Estudio y Trabajo Individual	284	0
EG: Estudio y Trabajo en Grupo		
PE: Prácticas Académicas Externas		
OA: Otras Actividades Formativas		
Metodologías docentes		
LM: Lección magistral		
PR: Clase de problemas		
PL: Prácticas de Laboratorio		
EC: Estudio de Casos		
APR: Aprendizaje Basado en Problemas		

APY: Aprendizaje Basado en Proyectos	X	
AC: Aprendizaje Cooperativo		
OM: Otras Metodologías docentes		
Sistemas de evaluación		
Técnica evaluativa	Ponderación mínima %	Ponderación máxima %
EX: Examen escrito		
EP: Examen de Prácticas de laboratorio		
ET: Prueba telemática		
PI: Presentación individual		
PG: Presentación en grupo		
TI: Trabajo individual		
TG: Trabajo en grupo		
OT: Otras técnicas evaluativas		
MTF: Memoria del Trabajo Fin de Grado	50	80
PTF: Presentación del Trabajo Fin de Grado	20	50
Requisitos previos		

6 Personal

6.1 Profesorado

La ETSIT-UPM y la ETSIST-UPM disponen de unas plantillas de Personal Docente e Investigador y de Personal de Administración y Servicios que permiten abordar con garantías la impartición de la titulación de Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos. Todo ello sin dejar de atender la docencia del resto de titulaciones ofrecidas por ambas escuelas, como los dos grados actuales, programas de Doctorado, otros másteres oficiales o participación en títulos intercentros de la UPM.

Las siguientes tablas muestran las cifras de categorías de profesorado que participarán en el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos. Las horas se han calculado teniendo en cuenta que habrá el cupo de alumnos de entrada de cada Centro en cada curso académico, y muestra la dedicación cuando el Grado esté totalmente implantado. Las horas de las tablas representan el número de horas que, en promedio, impartirá cada profesor en cada categoría de profesorado en cada centro responsable. Con el número de profesores estimados para la impartición del título en cada centro, el porcentaje de profesores con el título de doctor es del 90% y 64 % para ETSIT y ETSIST, respectivamente.

Tabla 23. Categorías de profesorado ETSIT-UPM y dedicación del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Universidad	Categoría	Total %	Doctores %	Horas
Universidad Politécnica de Madrid	Profesor Asociado (incluye profesor asociado de C.C.: de Salud)	2	50.0	30
Universidad Politécnica de Madrid	Profesor Contratado Doctor	9	100.0	30,3
Universidad Politécnica de Madrid	Profesor colaborador Licenciado	0	0.0	0
Universidad Politécnica de Madrid	Ayudante Doctor	8	100.0	29,9
Universidad Politécnica de Madrid	Ayudante	5	0.0	28,2
Universidad Politécnica de Madrid	Profesor Titular de Escuela Universitaria	0	0.0	0
Universidad Politécnica de Madrid	Catedrático de Escuela Universitaria	0	100.0	0
Universidad Politécnica de Madrid	Profesor Titular de Universidad	45	100.0	34,5
Universidad Politécnica de Madrid	Catedrático de Universidad	31	100.0	35,3

Tabla 24. Categorías de profesorado ETSIST-UPM y dedicación del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Universidad	Categoría	Total %	Doctores %	Horas
Universidad Politécnica de Madrid	Profesor Asociado	2	50.0	40
Universidad Politécnica de Madrid	Profesor Contratado Doctor	16	100.0	54,9

Universidad Politécnica de Madrid	Profesor colaborador Licenciado	0	0.0	0
Universidad Politécnica de Madrid	Ayudante Doctor	18	100.0	54,2
Universidad Politécnica de Madrid	Ayudante	0	0	0
Universidad Politécnica de Madrid	Profesor Titular de Escuela Universitaria	12	5.4	70,2
Universidad Politécnica de Madrid	Catedrático de Escuela Universitaria	4	100.0	59
Universidad Politécnica de Madrid	Profesor Titular de Universidad	48	100.0	57,8
Universidad Politécnica de Madrid	Catedrático de Universidad	0	100.0	0

Las siguientes tablas muestran los valores medios de quinquenios y sexenios de los profesores que participan en la impartición de la titulación, separados por área de conocimiento. Estos resultados se muestran en las tablas siguientes para los dos centros responsables del título. El promedio de dedicación de los profesores disponibles para impartir el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos es del 4,5%.

Tabla 25. Quinquenios y sexenios de profesorado ETSIT-UPM en el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Área de conocimiento	Número medio de quinquenios	Número medio de sexenios
Teoría de Señal y Comunicaciones	3,4	2,2
Ingeniería Telemática / Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial / Arquitectura y Tecnología de Computadores	3,3	1,4
Tecnología Electrónica	5,0	4,1
Matemática Aplicada	3,4	1,1
Ingeniería Eléctrica	3,6	2,9
Ingeniería de Sistemas y Automática	1,0	1,0
Organización de Empresas	1,2	0,2
Filología Inglesa	2,0	0,0

Tabla 26. Quinquenios y sexenios de profesorado ETSIST-UPM en el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Área de conocimiento	Número medio de quinquenios	Número medio de sexenios
Teoría de Señal y Comunicaciones	4,0	1,3
Ingeniería Telemática	3,6	0,2
Tecnología Electrónica	3,7	1,6
Matemática Aplicada	1,9	0,7
Física Aplicada	3,3	0,8
Organización de Empresas	2,3	0,7
Filología Inglesa	2,7	1

Los profesores de los dos centros responsables tienen amplia experiencia en la supervisión académica de Prácticas Académicas Externas, como lo demuestra el hecho que más de 700 alumnos de ambos centros realizan anualmente estas Prácticas.

Respecto de los Trabajos Fin de Grado, todos los profesores del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos cuentan con una dilatada experiencia en la dirección y tutorización de Trabajos Fin de Grado de otros Grados que ya se imparten con éxito, y también cuentan con amplia experiencia en la dirección de Trabajos Fin de Máster.

De cara a la impartición de docencia en inglés de las asignaturas del Grado, los profesores participantes disponen de las acreditaciones de idiomas necesarias, o bien tiene amplia experiencia post-doctoral en centros extranjeros e incluso han impartido docencia en Universidades (por ejemplo, la Universidad de Cambridge). Además, gran parte de las tesis doctorales dirigidas tienen mención internacional así como un gran número de Trabajos Fin de Titulación, habiéndose realizado en inglés. Por otro lado, los profesores participantes en el tienen una amplia experiencia en la participación en proyectos internacionales y en la impartición de conferencias en inglés.

Información adicional

Las siguientes tablas recogen información sobre las categorías de profesorado por Departamento, donde puede verse además el porcentaje de doctores y de profesores a tiempo completo. Se indican también el número de quinquenios y sexenios para poner de relevancia la experiencia docente y de investigación de todo el profesorado, respectivamente.

Tabla 27. Datos de figuras de profesorado por Departamento en la ETSIT-UPM.

Departamento	CU	PTU	PTU Interino	CEU	TEU	TEU Interino	CD	Ayudante Doctor	Ayudante	Asociado	Emérito	Colaborador	Maestro lab	Total
Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones														
Número total	25	25	1	0	0	1	7	4	6	6	1	0	0	76
Número de doctores	25	25	1	0	0	0	7	4	1	2	1	0	0	66
Nº dedicación a tiempo completo	25	23	0	0	0	0	7	4	6	0	0	0	0	65
Ingeniería de Sistemas Telemáticos														
Número total	10	19	0	0	0	0	1	2	5	3	0	0	0	40
Número de doctores	10	19	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0	0	34
Nº dedicación a tiempo completo	10	17	0	0	0	0	1	2	5	0	0	0	0	35
Ingeniería Electrónica														
Número total	11	14	0	0	0	0	9	1	4	0	0	0	0	39
Número de doctores	11	14	0	0	0	0	9	1	0	0	0	0	0	35
Nº dedicación a tiempo completo	11	14	0	0	0	0	9	1	4	0	0	0	0	39
Matemática Aplicada a las TIC														
Número total	4	11	2	0	0	1	3	1	0	1	0	1	0	24
Número de doctores	4	11	2	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	21
Nº dedicación a tiempo completo	4	11	2	0	0	0	3	1	0	0	0	1	0	22
Electrónica Física, Ingeniería Eléctrica y Física Aplicada														
Número total	8	14	0	0	0	0	2	2	2	1	0	0	0	29
Número de doctores	8	14	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	26
Nº dedicación a tiempo completo	8	14	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	28
Ingeniería de Organización														
Número total	0	2	0	0	0	0	3	0	1	3	0	0	0	9
Número de doctores	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	5
Nº dedicación a tiempo completo	0	2	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	6
Tecnología Fotónica y Bioingeniería														
Número total	10	9	0	0	0	0	6	5	1	0	0	1	0	32
Número de doctores	10	9	0	0	0	0	6	5	0	0	0	0	0	30
Nº dedicación a tiempo completo	10	9	0	0	0	0	6	5	1	0	0	1	0	32
Lingüística Aplicada														
Número total	0	1	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	5
Número de doctores	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	4
Nº dedicación a tiempo completo	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3

Tabla 28. Datos de figuras de profesorado por Departamento en la ETSIST-UPM.

Departamento	CU	PTU	PTU Interino	CEU	TEU	TEU Interino	CD	Ayudante Doctor	Ayudante	Asociado	Emérito	Colaborador	Maestro lab	Total
Electrónica Física, Ingeniería Eléctrica y Física Aplicada														
Número total		4			2		2	1		1				10
Número de doctores		4					2	1						7
Nº dedicación a tiempo completo		4			2		2							8
Ingeniería Audiovisual y Comunicaciones														
Número total	3	19	1	3	11		1	2		3				43
Número de doctores	3	19	1	3			1	2		3				32
Nº dedicación a tiempo completo	3	19	1	3	11		1	1						39
Ingeniería Telemática y Electrónica														
Número total	4	22		1	22		2	6	2	2				61
Número de doctores	4	22		1			2	6						35
Nº dedicación a tiempo completo	4	22		1	21		2	2						52
Matemática Aplicada														
Número total		4					1	4		3				12
Número de doctores		4					1	4		1				10
Nº dedicación a tiempo completo		4					1	2						7
Lingüística Aplicada														
Número total		1		1	1									3
Número de doctores		1		1										2
Nº dedicación a tiempo completo		1		1	1									3
Ingeniería de Organización														
Número total				1			1			1				3
Número de doctores				1			1							2
Nº dedicación a tiempo completo				1			1							2

Tabla 29. Datos de quinquenios docentes y sexenios de investigación por Departamento de la ETSIT-UPM.

Departamento	CU	PTU	CEU	TEU	EMERITO	CONTRATADO DOCTOR	COLABORADOR	TOTAL
Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones								
Número de quinquenios	129	109	0	0	6	12	0	256
Número de sexenios	114	45	0	0	4	6	0	169
Ingeniería de Sistemas Telemáticos								
Número de quinquenios	57	73	0	0	0	0	0	130
Número de sexenios	32	24	0	0	0	0	0	56
Ingeniería Electrónica								
Número de quinquenios	58	52	0	0	0	10	0	120
Número de sexenios	50	41	0	0	0	8	0	99
Matemática Aplicada a las TIC								
Número de quinquenios	21	51	0	0	0	7	2	81
Número de sexenios	14	10	0	0	0	3	0	27
Electrónica Física, Ingeniería Eléctrica y Física Aplicada								
Número de quinquenios	43	58	0	0	0	3	0	104
Número de sexenios	40	39	0	0	0	4	0	83
Ingeniería de Organización								
Número de quinquenios	0	10	0	0	0	7	0	17
Número de sexenios	0	1	0	0	0	2	0	3
Tecnología Fotónica y Bioingeniería								
Número de quinquenios	54	41	0	0	0	8	6	109
Número de sexenios	46	25	0	0	0	8	0	79
Lingüística Aplicada								
Número de quinquenios	0	6	0	0	0	0	0	6
Número de sexenios	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 30. Datos de quinquenios docentes y sexenios de investigación por Departamento de la ETSIST-UPM.

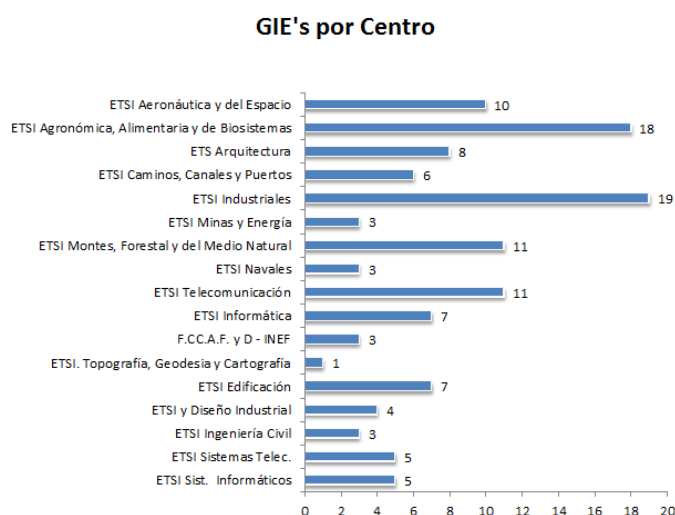
Departamento	CU	PTU	PTUi	CEU	TEU	CD	TOTAL
Electrónica Física, Ingeniería Eléctrica y Física Aplicada							
Número de quinquenios		18			12	3	33
Número de sexenios		10			0	2	12
Ingeniería Audiovisual y Comunicaciones							
Número de quinquenios	14	87	0	15	57	1	174
Número de sexenios	10	31	1	7	3	0	52
Ingeniería Telemática y Electrónica							
Número de quinquenios	19	92		5	103	5	224
Número de sexenios	14	35		1	3	3	56
Matemática Aplicada							
Número de quinquenios		21					21
Número de sexenios		8					8
Lingüística Aplicada							
Número de quinquenios		0		5	3		8
Número de sexenios		2		1	0		3
Ingeniería de Organización							
Número de quinquenios				6		1	7
Número de sexenios				0		2	2

Innovación docente

Dentro de la innovación docente, es relevante destacar la participación activa de profesores en Grupos de Innovación Educativa (GIE), que se definen como un grupo estable formado por personal de la UPM, y coordinado por un profesor a tiempo completo, para desarrollar actividades y proyectos para fomentar e impulsar la innovación educativa en el marco de la Universidad Politécnica de Madrid.

Como muestra la siguiente figura, en la ETSIT-UPM hay 11 grupos de innovación educativa consolidados, que cuentan con la participación de 118 miembros de la ETSIT-UPM, 94 de los cuales son PDI. En la ETSIST-UPM hay 5 grupos de innovación educativa consolidados en los que participan 25 miembros PDI de la ETSIST-UPM. Las líneas de actividad de los GIEs de la es muy diversa:

1. Desarrollo de nuevos métodos de aprendizaje y evaluación
2. Atención al estudiante
3. Desarrollo curricular
4. Incorporación de las TIC a la formación presencial
5. Coordinación programas formativos Universidad/Bachillerato/FP
6. Desarrollo de la dimensión docente de los proyectos de I+D+i
- 7A. Adaptación de la organización docente a los objetivos definidos para el EEES.
- 7B. Mecanismos y procedimientos para atraer alumnado hacia la UPM y asegurar su continuidad y estancia.
- 7C. Acuerdos Internacionales con Centros de Enseñanza Superior



La siguiente tabla completa la información de Innovación Educativa por centro de impartición con los Proyectos de Innovación Educativa desarrollados por cada centro en los últimos años.

Centro	Número de Grupos de Innovación Educativa	Personal involucrado en Grupos de Innovación Educativa	Proyectos de Innovación Educativa curso 2017/18	Proyectos de Innovación Educativa curso 2018/19
ETSIT	11	118	13	11
ETSIST	5	25	2	2

Además, anualmente los GIEs y grupos de profesores participan en la convocatoria anual de proyectos de innovación educativa de la UPM, de manera que existe un proceso de mejora continua de las metodologías docentes.

La siguiente tabla muestra la información actualizada de los grupos de innovación educativa de ambas Escuelas, obtenidos del portal de Innovación Educativa de la UPM (<https://innovacioneducativa.upm.es/>).

Grupos de Innovación Educativa de la ETSIT-UPM: 1. EDUCA@REDES 2. CyberAula 3. Grupo de Mentoría y Acciones de Extensión Formativa 4. Grupo de Innovación Educativa de Matemática Aplicada a la Computación y Comunicaciones 5. Grupo de Innovación Docente en Ingeniería y Sistemas electrónicos 6. Redes y Servicios de Comunicaciones 7. Grupo de Innovación Educativa en Tecnologías de la Información para la Gestión Empresarial 8. Aplicación de Tecnologías Inteligentes a la Educación en Ingeniería 9. Grupo de Innovación Educativa en Fotónica (PhotonPedia) 10. Grupo de Innovación Educativa en Simulación Numérica (GIESN) 11. Grupo de Innovación Educativa en generación eléctrica y su control
Grupos de Innovación Educativa de la ETSIST-UPM: 1. Innovación Educativa en Telemática 2. Grupo de Innovación Educativa Multidisciplinar 3. Grupo de innovación en Metodologías para el Aprendizaje de la Electrónica 4. Grupo de innovación educativa en Sistemas de Telecomunicación 5. Procesado Digital de la Señal en Ingeniería de Telecomunicación

La experiencia del profesorado de los centros responsables del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos en estas actividades de innovación educativa contribuirá sin duda a que las actividades formativas y las metodologías docentes que se apliquen en el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos aseguren que los estudiantes adquieran las competencias previstas y alcancen los resultados de aprendizaje definidos.

Perfiles docentes

El número de profesores que participarán en el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos será de 91 y 50 en ETSIT y ETSIST, respectivamente. Las tablas siguientes muestran los perfiles docentes individuales de los profesores que participarán en el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos, incluyendo la formación académica, categoría, experiencia docente en materias relacionadas y

dedicación de cada perfil al título. La dedicación de cada perfil no tiene en cuenta la dirección de los TFG, que tiene asignada una dedicación de 40 horas por Trabajo Fin de Grado.

En el anexo del criterio 6, se encuentran dichas tablas ampliadas con la información sobre quinquenios docente, sexenios de investigación, perfil investigador y materias que tiene asociado cada perfil docente.

Como se puede apreciar, los perfiles docentes de los profesores participantes en el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos tienen experiencia en la impartición de asignaturas relacionadas con este Grado en las siguientes titulaciones:

- Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación (GITST)
- Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación
- Grado en Ingeniería Telemática
- Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones
- Grado en Ingeniería de Sonido e Imagen
- Grado en Ingeniería Biomédica (GIB)
- Grado en Matemáticas e Informática (GMI)
- Grado en Ingeniería en Tecnologías Ambientales (GITA)
- Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (MUIT)
- Máster Universitario en Teoría de la Señal y Comunicaciones (MUTSC)
- Máster Universitario en Redes y Servicios Telemáticos (MUIRST)
- Máster Universitario en Ingeniería de Sistemas Electrónicos (MUISE)
- Máster Universitario en Tratamiento Estadístico-Computacional de la Información (MUTECI)
- Máster Universitario en Internet de las Cosas (MU IoT)
- Máster Universitario en Ciberseguridad (MUCS)
- Máster Universitario en Ingeniería de Sistemas y Servicios para la Sociedad de la Información (MISSSI)
- Máster Universitario en Ingeniería Solar Fotovoltaica (MUESF)
- Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos (MUICCP)
- Máster Universitario en Ingeniería Ambiental (MUIA)

Muchas de las asignaturas que se recogen en las tablas siguientes se imparten actualmente en inglés.

Tabla 31. Perfiles docentes individuales de la ETSIT-UPM que impartirán el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Perfil docente	Formación Académica	Categoría	Experiencia docente	Dedicación por perfil docente (horas)
Perfil ETSIT-1	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Señales Aleatorias (4,5 ECTS, GITST) Análisis de Señal para Comunicaciones (6 ECTS, MUIT) Time Series Analysis (4,5 ECTS, MUTSC) Secure RF Communications (3 ECTS, MUTSC)	30
Perfil ETSIT-2	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PAD	Señales aleatorias (4.5 ECTS, GITST) Análisis de señal en comunicaciones (6 ECTS, MUIT) Tratamiento digital de voz y audio (6 ECTS, GITST)	29
Perfil ETSIT-3	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Análisis de señal en comunicaciones (6 ECTS, MUIT) Tratamiento Digital de Señales (6 ECTS, GITST) Diseño de Sistemas y equipos (6 ECTS, MUTSC)	36
Perfil ETSIT-4	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Análisis de señal en comunicaciones (6 ECTS, MUIT) Análisis de datos e Inteligencia de Negocio (6 ECTS, MUIT) Señales y Sistemas (6 ECTS, GITST) Sistemas y Señales (6 ECTS, GB)	51
Perfil ETSIT-5	Doctor Ingeniero de Telecomunicación Licenciado en matemáticas	PTU	Análisis de señal en comunicaciones (6 ECTS, MUIT), Transmisión digital (6 ECTS, GITST), Fundamentals of Optimization (3 ECTS, MUTSC)	49
Perfil ETSIT-6	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Tratamiento de señal para datos masivos (4 ECTS, MUIT) Tratamiento digital de señales (6 ECTS, GITST)	30
Perfil ETSIT-7	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	CU	Comunicaciones Audiovisuales (6 ECTS, GITST) Sistemas Multimedia (6 ECTS, MUIT) Vision Analysis and Deep Learning (6 ECTS, MUTSC)	36

Perfil ETSIT-8	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Sistemas y Señales (6 ECTS, GIB) Señales y Sistemas (6 ECTS, GITST)	51
Perfil ETSIT-9	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Predictive and descriptive learning (6 ECTS, MUTSC/ MUIT) Machine Learning Lab (4.5 ECTS, MUTSC/MUIT) Data science foundations and applications (2 ECTS, MUTSC/MUIT) Application projects (4 ECTS, MUTSC/MUIT) Deep Learning for acoustic signal processing (6 ECTS, MUIT) Tratamiento digital de voz y audio (6 ECTS, GITST)	36
Perfil ETSIT-10	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PAD	Sistemas de Transmisión (4,5 ECTS, GITST) Tratamiento Digital de Imágenes y Vídeo (6 ECTS, GITST) Comunicaciones Audiovisuales (6 ECTS, GITST) Big Data for Image and Video Signals (4 ECTS, MUTSC) Vision Analysis and Deep Learning (6 ECTS, MUIT) Servicios y Sistemas Multimedia (6 ECTS, MUIT)	30
Perfil ETSIT-11	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	CU	Análisis de señal en comunicaciones (6 ECTS, MUIT) Señales y Sistemas (6 ECTS, GITST) Transmisión digital (6 ECTS, GITST) Optimization Techniques for Big Data Analysis (3 ECTS, MUTSC) Reinforcement Learning (3 ECTS, MUTSC)	49
Perfil ETSIT-12	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Señales aleatorias (4.5 ECTS, GITST), Tratamiento digital de voz y audio (6 ECTS, GITST), Deep Learning for acoustic signal processing (6 ECTS, MUIT), Predictive and descriptive learning (6 ECTS, MUTSC/ MUIT), Machine Learning Lab (4.5 ECTS, MUTSC/MUIT), Data science foundations and applications (2 ECTS, MUTSC)	36
Perfil ETSIT-13	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Media Data System Design (6 ECTS, MUIT) Design of Communication Systems and Equipment (6 ECTS, MUTSC) Producción Audiovisual (6 ECTS, GITST) Equipos y Sistemas Audiovisuales (6 ECTS, GITST)	30

Perfil ETSIT-14	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	CU	Large scale media analytics (4 ECTS, MUTSC/MUIT) Media Data Systems Design (6 ECTS, MUIT)	54
Perfil ETSIT-15	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	CU	Señales y Sistemas (6 ECTS, GITST) Análisis y Diseño de Circuitos (3 ECTS, GITST)	36
Perfil ETSIT-16	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Sistemas de Transmisión (4,5 ECTS, GITST) Tratamiento digital de imágenes y vídeo (6 ECTS, GITST) Comunicaciones AV (6 ECTS, GITST) Sistemas Multimedia (6 ECTS, MUIT) Vision analysis and deep learning (6 ECTS, MUIT / MUTSC) Reinforcement learning (3 ECTS, MUTSC)	30
Perfil ETSIT-17	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Sistemas de Transmisión (4,5 ECTS, GITST) Televisión (6 ECTS, GITST) Comunicaciones Audiovisuales (6 ECTS, GITST) Simulación y Planificación Quirúrgica (4 ECTS, GIB) Sistemas y Servicios Multimedia (6 ECTS, MUIT)	36
Perfil ETSIT-18	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Sistemas de Transmisión (4,5 ECTS, GITST) Tratamiento Digital de Imágenes y Vídeo (6 ECTS, GITST)	29
Perfil ETSIT-19	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PAD	Sistemas de Transmisión (4,5 ECTS, GITST) Televisión (6 ECTS, GITST) Comunicaciones Audiovisuales (6 ECTS, GITST) Sistemas y Servicios Multimedia (6 ECTS, MUIT) Vision analysis and deep learning (6 ECTS, MUIT / MUTSC)	25
Perfil ETSIT-20	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	CU	Sistemas y Servicios Multimedia (6 ECTS, MUIT) Vision Analysis and Deep Learning (6 ECTS, MUIT) Sistemas de Transmisión (4,5 ECTS, GITST) Big Data for Image and Video Signals (4 ECTS, MUTSC)	30

Perfil ETSIT-21	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	CU	Investigación de Operaciones (6 ECTS, IngTel) Técnicas de Soporte a la Decisión (3 ECTS, IngTel) Estrategias y Técnicas para la Toma de Decisiones (4.5 ECTS, MUTSC) Análisis de Datos e Inteligencia de Negocio (3 ECTS, MUTSC)	44
Perfil ETSIT-22	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PCD	Gestión de Proyectos (6 ECTS, MUIT) Estrategias y Técnicas para la Toma de Decisiones (4,5 ECTS, MUIT) Análisis de Datos e Inteligencia de Negocio (3 ECTS, MUIT) Señales y Sistemas (6 ECTS, GIB)	29
Perfil ETSIT-23	Doctor Ingeniero de Telecomunicación Licenciado en Sociología	CU	Visión Estratégica de la Integración de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (3 ECTS, MUIT)	19
Perfil ETSIT-24	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Introducción a la Ingeniería de Telecomunicación (3 ECTS, GTIST) Regulation and Policy of ICT Technologies (Digital) (3 ECTS, MUIT) Business Analysis of ICT Technologies (Digital) (3 ECTS, MUIT) Tecnologías TIC para el Desarrollo (3 ECTS, Master Cooperación Internacional)	49
Perfil ETSIT-25	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Sistemas de Telecomunicación (6 ECTS, GITST); Sistemas de Comunicaciones (6 ECTS, MUIT); Sistemas y servicios Multimedia (6 ECTS, MUIT); Large Scale Media Analytics (6 ECTS, MUTSC); Data Science Foundations and Applications (6 ECTS, MUTSC+MUIT)	31
Perfil ETSIT-26	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	CU	Programación (6 ECTS GITST), Aplicaciones y Servicios (6 ECTS MUIT)	31
Perfil ETSIT-27	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	CU	Computación en Red (4,5 ECTS GITST)	33
Perfil ETSIT-28	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Tecnologías Web de Cliente (4,5 ECTS GITST), Analítica de Big Data (6 ECTS, MUIRST), Tecnologías Inteligentes para Análisis de Datos (4,5 ECTS MUIRST), Sistemas de Información y Tecnologías del Conocimiento (4,5 ECTS MUIT), Aplicaciones de Big Data (4,5 ECTS, EIT Digital Master Programme on Software and Services, UPM), Sistemas Inteligentes (4,5 ECTS, P94), Laboratorio de Sistemas Inteligentes (4,5 ECTS P94), Tecnologías Semánticas de Ingeniería de Servicios (6 ECTS, MUIRST), Tecnologías Pregunta-Respuesta (4,5 ECTS P94), Tecnologías de Simulación basada en Sistemas	33

			Multiagente para Gestión de Red (4,5 ECTS P94), Herramientas para Desarrollo de Sistemas con Conocimiento (4,5 ECTS, MSRC)	
Perfil ETSIT-29	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Ingeniería de Sistemas y Servicios Telemáticos (4,5 ECTS GITST)	55
Perfil ETSIT-30	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Ingeniería Web (6 ECTS GITST), Computación en Red (4,5 ECTS GITST), Blockchain: Desarrollo de Aplicaciones (3 ECTS MUIT y 3 ECTS MUIRST)	36
Perfil ETSIT-31	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Ingeniería Web (6 ECTS GITST), Computación en Nube y Virtualización de Redes y Servicios (6 ECTS MUIT), Big Data: Fundamentos e Infraestructura, Blockchain: Fundamentos y Arquitecturas (3 ECTS MUIT, 3 ECTS, MUIRST)	58
Perfil ETSIT-32	Doctor en Informática	PCD	Análisis y Diseño de Software (4,5 ECTS GITST), Arquitectura de servicios para IoT (3 ECTS MUIRST), Fundamentos de Programación (6 ECTS GIB), Fundamentos de Computación en la nube (3 ECTS MUIRST), Programación (6 ECTS GITST), Fundamentos de los sistemas telemáticos (4,5 ECTS GITST)	34
Perfil ETSIT-33	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	AYD	Fundamentos de Computación en Nube (3 ECTS, MUIRST)	33
Perfil ETSIT-34	Doctor en Informática	PTU	Tecnologías para Aplicaciones y Servicios de Internet (3 ECTS MUIRST)	49
Perfil ETSIT-35	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	AYD	Análisis y Diseño de Software (4,5 ECTS GITST), Bases de Datos (6 ECTS, GIB)	33
Perfil ETSIT-36	Doctor en Informática	CU	Arquitectura de Computadores y Sistemas Operativos (6 ECTS, GIB)	29
Perfil ETSIT-37	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Teoría de la Información (4,5 ECTS, GITST), Bases de Datos (6 ECTS, GIB), Big Data: Fundamentos de e Infraestructura (6 ECTS, MUIT)	33
Perfil ETSIT-38	Doctor en Informática	CU	Fundamentos de Sistemas Telemáticos (4,5 ECTS, GITST), Sistemas de Información y Bases de Datos (3 ECTS, MUIRST)	49
Perfil ETSIT-39	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	AYD	Integración de Redes, Aplicaciones y Contenidos (6 ECTS, MUIT)	48
Perfil ETSIT-40	Doctor Ingeniero Industrial	CU	Algoritmos y Estructuras de Datos (6 ECTS, GIB)	33
Perfil ETSIT-41	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Redes de Comunicaciones Móviles (6 ECTS, GITST)	56

Perfil ETSIT-42	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Arquitectura de Servicios para IoT (3 ECTS, MUIRST), Redes de Ordenadores (4,5 ECTS, GITST)	31
Perfil ETSIT-43	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	CU	Redes de Ordenadores (4,5 ECTS, GITST)	48
Perfil ETSIT-44	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Centros de Datos y Provisión de Servicios (6 ECTS GITST), Redes Definidas por Software, Virtualización y Servicios Avanzados de Red (6 ECTS, MUIT)	31
Perfil ETSIT-45	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Redes y Servicios Radio (4,5 ECTS, GITST)	33
Perfil ETSIT-46	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Redes Corporativas (6 ECTS, GITST)	31
Perfil ETSIT-47	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	CU	Redes y Servicios de Telecomunicación (6 ECTS, GITST), Redes de Comunicaciones (6 ECTS, MUIT)	29
Perfil ETSIT-48	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Seguridad, Confianza y Privacidad en Servicios de la Sociedad (6 ECTS, MUIT)	49
Perfil ETSIT-49	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	AYD	Gestión y Operación de la Ciberseguridad y Privacidad (6 ECTS, MUIRST)	29
Perfil ETSIT-50	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Seguridad en Sistemas y Redes de Telecomunicación (6 ECTS, GITST), Teoría de la información (4,5 ECTS, GITST)	30
Perfil ETSIT-51	Doctor en Ciencias Físicas	CU	Asignaturas centradas el diseño de sensores y dispositivos (GITST, MUISE) y la implementación de sistemas analógicos para captación de datos (GITST, MUISE).	25
Perfil ETSIT-52	Doctor Ingeniero en Electrónica	CU	Asignaturas relacionadas con el Diseño de sensores y dispositivos, Implementación de sistemas electrónicos analógicos y digitales.	49
Perfil ETSIT-53	Dr. Ingeniero de Telecomunicación	CU	Análisis y diseño de circuitos y sistemas electrónicos analógicos y digitales (GITST), asignaturas de adquisición y procesamiento de datos (MUISE), y diseño de sistemas electrónicos complejos, análisis de ruido y electrónica de comunicaciones (MUISE), y asignaturas de dispositivos y circuitos de potencia para alimentación de sistemas electrónicos (MUISE).	24
Perfil ETSIT-54	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	CU	Asignaturas de sistemas electrónicos digitales, sistemas basados en microprocesador, sistemas empotrados e ingeniería neurosensorial (GITST, MUIT, MUISE).	15

Perfil ETSIT-55	Doctor Ingeniero de Telecomunicación (UPM), Ingeniero de Telecomunicación (UPM), Graduado en Defensa Nacional (CESEDEN), Especialista en Inteligencia (CESEDEN)	CU	Asignaturas relacionadas con sistemas electrónicos analógicos y digitales, sistemas empuotrados y redes de sensores (GITST, MUISE).	31
Perfil ETSIT-56	Doctor Ingeniero de Telecomunicación (UPM)	PCD	Ingeniería de Sistemas Electrónicos (6 ECTS, GITST), Sistemas Empotrados Avanzado (4 ECTS, MUISE), Análisis de Grandes Volúmenes de Datos (Máster de Biología Computacional). Asignaturas relacionadas con el análisis, diseño y optimización de sistemas electrónicos analógicos y digitales, sistemas electrónicos basados en microprocesador, sistemas distribuidos y redes de sensores.	31
Perfil ETSIT-57	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PCD	Sistemas electrónicos digitales, sistemas basados en microprocesador, sistemas empuotrados y redes de sensores para IoT (GITST, MUISE).	15
Perfil ETSIT-58	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Sistemas empuotrados y redes de sensores para IoT (GITST, MUISE).	24
Perfil ETSIT-59	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	CU	Diseño de sistemas digitales basados en procesador (GITST) y Arquitectura de computadores (cursos de doctorado). Experiencia en trabajos de fin de titulación de grado y máster sobre la implementación en hardware de redes neuronales (FPGAs), y computación neuromórfica con dispositivos emergentes (RAM resistiva o RRAM).	24
Perfil ETSIT-60	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	CU	Asignaturas relacionadas con el diseño de arquitecturas para el procesamiento masivo de datos, destacando distintas asignaturas de GITST sobre sistemas digitales (microprocesadores) a lo largo de más de 20 años y asignaturas de grado, máster y doctorado sobre arquitectura de procesadores (GPUs, multiprocesadores, sistemas de memoria) a lo largo de más de 15 años.	33
Perfil ETSIT-61	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Experiencia docente en asignaturas relacionadas con el diseño e implementación de arquitecturas de procesamiento masivo de datos (asignaturas Sistemas Digitales I y Sistemas Digitales II del grado GITST) y en asignaturas relacionadas con la adaptación	23

			de algoritmos de aprendizaje para su implementación en plataformas de bajo recursos (sistemas empotrados: asignatura Ingeniería de Sistemas Electrónicos del grado GITST).	
Perfil ETSIT-62	Doctora Ingeniera de Telecomunicación	PTU	Sistemas Digitales (6 ECTS, GITST), Laboratorio de imágenes biomédicas (GIB, 6 ECTS)	29
Perfil ETSIT-63	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	CU	Sistemas basados en aprendizaje automático (4,5 ECTS, GITST), Ingeniería Neurosensorial (6 ECTS, MUIT), Inteligencia en Sistemas Electrónicos (4 ECTS, MUISE), Reconocimiento estadístico de patrones (Máster y Doctorado, 25 años)	30
Perfil ETSIT-64	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Tecnología del Habla I y II (Ing. Telecomunicación), Reconocimiento de Patrones y Optimización (Máster y Doctorado), Ingeniería Neurosensorial (6 ECTS, MUIT), Sistemas basados en aprendizaje automático (4,5 ECTS, GITST); Laboratorio de Sistemas Electrónicos Digitales, Electrónica de Circuitos, Laboratorio de Diseño de Circuitos y Sistemas Electrónicos (coordinador), Circuitos Electrónicos Analógicos, Laboratorio de Circuitos Electrónicos, Electrónica Analógica, Sistemas Electrónicos Analógicos (coordinador), Sistemas Analógicos del MUISE.	30
Perfil ETSIT-65	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Sistemas Basados en Aprendizaje Automático (4,5 ECTS, GITST), Sistemas Digitales I (3 ECTS, GITST), Introducción a los Entornos inteligentes (4,5 ECTS, GITST).	14
Perfil ETSIT-66	Doctora en Ciencias Matemáticas	CU	Métodos matemáticos, Matemáticas III, Teoría de códigos y criptografía	51
Perfil ETSIT-67	Doctora en Ciencias Matemáticas	PTU	Técnicas de reconocimiento de patrones, Estadística, Análisis vectorial	30
Perfil ETSIT-68	PhD/Doctor Ing. Telecom.	CU	Redes neuronales y aprendizaje estadístico, Estadística, Statistical Modelling, Fundamentos de Big Data, Big Data, fundamentos e infraestructura, Mundo interconectado. Una introducción práctica a la ciencia de las redes	51
Perfil ETSIT-69	Doctor en Ciencias Físicas	PTU	Dinámica de sistemas y caos, Álgebra	33
Perfil ETSIT-70	Doctor en Ciencias Matemáticas	CU	Análisis de redes sociales, Cálculo	36
Perfil ETSIT-71	Doctor Ing. Telecom.	PTU	Métodos matemáticos, Sistemas de cálculo simbólico, Métodos tiempo-frecuencia e imágenes	36

Perfil ETSIT-72	Doctor en Ciencias Matemáticas	PTU	Álgebra, Matemáticas I, Teoría de códigos y criptografía, Sistemas de cálculo simbólico	36
Perfil ETSIT-73	Doctor en Ciencias Matemáticas	PTU	Mundo interconectado. Una introducción práctica a la ciencia de las redes, Cálculo, Análisis vectorial	36
Perfil ETSIT-74	Doctor en Ciencias Físicas	CU	Modelización, Métodos numéricos en biomedicina, Métodos numéricos en ingeniería ambiental, Matemáticas III	15
Perfil ETSIT-75	Doctor en Ciencias Matemáticas	PCD	Métodos numéricos en biomedicina, Métodos matemáticos, Cálculo, Análisis vectorial	33
Perfil ETSIT-76	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	CU	Señales Biomédicas (6 ECTS, GIB), Biomedical Signals (3 ECTS, MUIB)	55
Perfil ETSIT-77	Doctora Ingeniera de Telecomunicación	CU	Sistemas de Ayuda a la Decisión (4 ECTS, GIB), Medical data intelligent analysis (3 ECTS, MUIB)	29
Perfil ETSIT-78	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Introducción a la Robótica Inteligente (4.5 ECTS, GITST), Control and Robotics in Medicine (3 ECTS, MUIB), Sistemas de Ayuda a la Decisión (4 ECTS, GIB)	36
Perfil ETSIT-79	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PAD	Señales Biomédicas (6 ECTS, GIB), Laboratorio de Señales Biomédicas (4 ECTS, GIB), Biomedical Signals (3 ECTS, MUIB), Biomedical Signals Laboratory (3 ECTS, MUIB)	21
Perfil ETSIT-80	Dr. Ing. De Telecomunicación	PTU	Asignaturas relacionadas con la ingeniería de sistemas fotovoltaicos y señales eléctricas: Sistemas conectados a la red eléctrica (4 ECTS, MUESFV), Integración arquitectónica de la energía solar fotovoltaica (4 ECTS, MUESFV), Energía Solar Fotovoltaica (6 ECTS, MUIT)	43
Perfil ETSIT-81	Dr. Ing. De Telecomunicación	PTU	Asignaturas relacionadas con la ingeniería eléctrica como aplicación del grado de datos: Ingeniería Solar de los Sistemas FV (4 ECTS, MUESFV), Laboratorio de Ingeniería Solar de los Sistemas FV (4 ECTS, MUESFV), Sistemas de Energía (4,5 ECTS, GITST), Instalaciones Eléctricas (4,5 ECTS, GITST), desde 1997 a 2010 he impartido clases de Electricidad y electrotecnia, Complementos de Electrotecnia (3er curso Ingeniero de Caminos), Ingeniería de Control: Teoría y Aplicaciones (Doctorado ETSI CCyP)	29
Perfil ETSIT-82	Dr. Ingeniero de Telecomunicación	AYD	Ha impartido docencia en Ingeniería de Telecomunicación P94, GIST, MUIT y MUESFV. Asignaturas relacionadas con la ingeniería eléctrica como aplicación del grado de datos: Ingeniería Solar de los Sistemas FV (4 ECTS, MUESFV), Laboratorio de Ingeniería	13

			Solar de los Sistemas FV (4 ECTS, MUESFV), Sistemas de Energía (4,5 ECTS, GITST), Instalaciones Eléctricas (4,5 ECTS, GITST)	
Perfil ETSIT-83	Doctorado en Filología Inglesa. Título de posgrado en Traducción. Licenciada en Filología Moderna	PTU	Comunicación oral y escrita académica y profesional en inglés y español. Escritura científico-técnica "Scientific Writing". Redacción de propuestas de proyectos de investigación, cooperación internacional e innovación educativa en inglés y español. Traducción científico-técnica y general.	38
Perfil ETSIT-84	Doctorado en el programa "Traducción, Sociedad y Comunicación". Máster Universitario en Bibliotecas Digitales y Servicios de Información Digital. Licenciatura en Traducción e Interpretación	PAD	Inglés para fines específicos. Documentación Aplicada a la Traducción. Terminología. Tecnologías Aplicadas a la Traducción. Gestión de la información para trabajos académicos. Preparación del profesorado UPM para la impartición de asignaturas en inglés	19
Perfil ETSIT-85	Doctor en Traducción y Mediación Intercultural. Máster universitario en elaboración de diccionarios y control de calidad del léxico. Licenciado en Traducción e Interpretación: inglés. Máster universitario en Estudios LGTBIQ+.	PAD	Inglés para fines específicos (telecomunicaciones, ingeniería biomédica, derecho, magisterio, actividades físicas y deporte). Lengua inglesa (didáctica, adquisición). Lengua española. Traducción e interpretación. Terminología	38

Perfil ETSIT-86	Doctor Ing. Telecomunicación	PTU	Fundamentos de Gestión Empresarial (4,5 ECTS, GITST), Organización de Empresas (4,5 ECTS, GITST), Gestión Eficaz de Equipos de Trabajo (3 ECTS, GITST), Digital Business (3 ECTS, MUIT)	34
Perfil ETSIT-87	Doctor Ing. Telecomunicación, Master in Business Administration (MBA)	PCD	Organización de Empresas (4,5 ECTS, GITST), Desarrollo Personal y Gestión de Carrera (3 ECTS, GITST), Dirección y Administración de Empresas (4,5 ECTS, MUIT), Creación de Empresas y Planes de Negocio (6 ECTS, doble grado ADE+Edif.)	30
Perfil ETSIT-88	Doctor Ing. Telecomunicación	PCD	Fundamentos de Gestión Empresarial (4,5 ECTS, GITST), Organización de Empresas (4,5 ECTS, GITST), Sistemas de Información para la Gestión Empresarial (4,5 ECTS, MUIT), Sistemas de Información para la Dirección (6 ECTS, doble grado ADE+Edif.)	40
Perfil ETSIT-89	Doctor Ing. Telecomunicación	PCD	Health technology business management (3 ECTS, MUIB), Entrepreneurship and innovation in biomedical engineering (3 ECTS, MUIB), Digital Business (3 ECTS, MUIT), Dirección y Administración de Empresas (4,5 ECTS, MUIT)	30
Perfil ETSIT-90	Doctor por la UPM y Licenciado en ADE	PAD	Economía y Gestión de Empresas (6 ECTS, GIB), Organización de Empresas (4,5 ECTS, GITST), Diseño de Estrategias Corporativas de Ciberseguridad (3 ECTS, MUCS), Dirección y Administración de Empresas (4,5 ECTS, MUIT)	48
Perfil ETSIT-91	Ingeniero de Telecomunicación	ASOC	Contexto social de la ingeniería de datos, Marco ético y legal, Privacidad de Datos	30

Leyenda:

CU: Catedrático de Universidad

PTU: Profesor Titular de Universidad

PCD: Profesor Contratado Doctor

PAD: Profesor Ayudante Doctor

AYD: Ayudante

ASOC: Profesor Asociado

Tabla 32. Perfiles docentes individuales de la ETSIST-UPM que impartirán el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Perfil docente	Formación Académica	Categoría	Experiencia docente	Dedicación por perfil docente (horas)
Perfil ETSIST-1	Doctor en Ingeniería Electrónica	PTU	Análisis de Circuitos I, Electroacústica, Ingeniería Acústica, Tecnología de alta frecuencia (Grados ETSIST)	68
Perfil ETSIST-2	Doctor en Ingeniería de Telecomunicación	PTU	Señales y Sistemas, Procesado de Señal en Comunicaciones, Procesado Avanzado de Señales, Tratamiento Digital de Imágenes (Grados ETSIST)	30
Perfil ETSIST-3	Doctor en Ingeniería de Telecomunicación	PTU	Comunicaciones Audiovisuales, Teoría de la Comunicación (Grados ETSIST)	45
Perfil ETSIST-4	Doctor en Ingeniería de Comunicaciones	PTU	Señales y Sistemas, Sistemas de Comunicaciones, Tecnología Alta Frecuencia, Comunicaciones móviles (Grados ETSIST)	61
Perfil ETSIST-5	Doctora Ingeniera de Telecomunicación	PCD	Síntesis y Animación de Imágenes, Ingeniería de Vídeo, Proyectos, Procesado Digital de la Señal (Grados ETSIST). Criptografía, Seguridad en Comercio Electrónico, Codificación de Vídeo	38
Perfil ETSIST-6	Doctor en Ingeniería de Telecomunicación	PCD	Señales y Sistemas, Procesamiento Avanzado de Señales, Teoría de la Información, Ingeniería de Audio (Grados ETSIST)	25
Perfil ETSIST-7	Doctor en Ingeniería Electrónica	PAD	Análisis de Circuitos I, Ingeniería Acústica, Fundamentos de Sonido e Imagen, Tecnología de Alta Frecuencia (Grados ETSIST)	69
Perfil ETSIST-8	PhD. in Component-based model to predict aerodynamic noise from high-speed trains (University of Southampton)	PAD	Fundamentos de Sonido e Imagen, Procesado Digital de la Señal, Ingeniería de Audio 1, Técnicas y Sistemas de Búsqueda de Información (Grados ETSIST), Self-paced Mathematics, Laboratory of Electronics	50
Perfil ETSIST-9	Doctor en Ingeniería de Comunicaciones	PTU	Señales y Sistemas, Sistemas de Comunicaciones, Teoría de la Información, Estadística, Procesado Avanzado de Señales (Grados ETSIST)	68
Perfil ETSIST-10	Doctor en Ingeniería de Comunicaciones	ASOC	Teoría de la Comunicación, Sistemas de radiocomunicaciones, Análisis de Circuitos, Comunicaciones Móviles (Grados ETSIST)	40

Perfil ETSIST-11	Ingeniero de Telecomunicación	PTEU	Señales y Sistemas; Teoría de la Información; Compresión de Imágenes y Vídeo. Tratamiento digital de Imágenes y Visión Artificial. Gráficos por ordenador	45
Perfil ETSIST-12	Doctor UPM	PAD	Análisis de Circuitos (Grados ETSIST)	35
Perfil ETSIST-13	Máster Universitario en Ingeniería de Sistemas y Servicios Accesibles para la Sociedad de la Información (UPM)	PTEU	Estadística, Acústica ambiental (Grados ETSIST), Análisis de señales aleatorias variables en el tiempo.	49
Perfil ETSIST-14	Doctor en CC. Físicas.	PAD	Técnicas Informáticas en Física. Grado en Física (5 ECTS), Informática. Grado en CC. Químicas (3 ECTS), Máster Oficial "Fundamentos de la computación GRID". Dirección de trabajos fin de máster relacionados con el análisis de datos y la computación.	69
Perfil ETSIST-15	Doctora UPM	PTU	Señales y Sistemas, Procesado Digital de la Señal, Redes y Servicios de Telecomunicación, Programación II y Bases de Datos (Grados ETSIST) Máster: Técnicas de Reconocimiento de Señal	83
Perfil ETSIST-16	Ingeniero Electrónico	PTEU	Architecture and Service Platforms (MSc Internet of Things), Aplicaciones para IoT, Servicios sobre Plataformas Embebidas para IoT (Máster en Desarrollo de Aplicaciones y Servicios para Dispositivos Móviles), Internet de las Cosas para Robótica, Aplicaciones Telemáticas Avanzadas, Redes y Servicios de Telecomunicación, Programación II (Grados ETSIST)	53
Perfil ETSIST-17	Dr. Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Análisis de Circuitos I y II, Señales y Sistemas, Procesado Digital de Señales, Procesado de Señales Biológicas, Técnicas de Reconocimiento de Señal, Procesado de Señales de Audio y Vídeo, Lab. Teoría de la Comunicación, Microprocesadores (Grados ETSIST), Redes (Lic. Informática), Gestión de Redes Telemáticas (Grado Sistemas de Información), Aislamiento Acústico, Tratamiento de Señales Acústicas, Redes Móviles 3G TDD (Máster), Gestión de Recursos Radio (Doctorado)	40
Perfil ETSIST-18	Doctor URJC	PTU	Programación I, Bases de datos, Arquitectura de computadores, Sistemas operativos (Grados ETSIST)	80

Perfil ETSIST-19	Licenciada	PTEU	Programación I y II, Ciencia Tecnología y Sociedad, Seguridad en Redes telemáticas, Redes y Servicios (Grados ETSIST), Interaction Systems for Social Robotics	75
Perfil ETSIST-20	Doctor UPM	PTEU	Programación I y II, Técnicas de Búsqueda y Sistemas de Información, Ciencia Tecnología y Sociedad (Grados ETSIST)	80
Perfil ETSIST-21	Doctor UPM	PCD	Big Data for IoT Applications (MUIoT), Security for IoT Applications (MUIoT), Protección de sistemas y servicios (MUCS)	58
Perfil ETSIST-22	Doctor UPM	PTU	Programación I y II (Grados ETSIST), Programación de Bases de Datos con SQL. Procesado digital de señal multimedia (audio e imagen).	70
Perfil ETSIST-23	Doctora UPM	PTU	Redes de Ordenadores (Grados ETSIST), Redes y Servicios Ubicuos y Seguros (MISSSI)	57
Perfil ETSIST-24	Doctora UPM	PCD	Seguridad en Redes y Servicios, Hogar Digital (Grados ETSIST)	48
Perfil ETSIST-25	Doctor UPM	PTU	Microprocesadores, Sistemas Basados en Microprocesador (Grados ETSIST)	50
Perfil ETSIST-26	Doctor UPM	PAD	Programación I y II, Redes y Servicios de Telecomunicación, Redes de Ordenadores, Señalización y Conmutación (Grados ETSIST), Ing. Software, Estructuras de Datos, Arquitectura de Sistemas, Arquitectura de Ordenadores, Sensor Networks	63
Perfil ETSIST-27	Doctor UPM	PAD	Redes de Comunicaciones Móviles, Programación, Aplicaciones Telemáticas Avanzadas (Grados ETSIST), Seguridad, Arquitecturas y Protocolos IoT, Redes y Servicios	50
Perfil ETSIST-28	Doctor UPM	PTU	IoT-Arquitecturas y Plataformas de Servicios, Aplicaciones Inteligentes Usando Dispositivos IoT, Redes y Servicios Ubicuos y seguros, Servicios sobre plataformas embebidas para IoT, Aplicaciones para IoT, Aplicaciones Telemáticas Avanzadas, Software de Comunicaciones, Lenguajes de Modelado, Sistemas Distribuidos, Proyectos (Grados ETSIST y Máster)	58
Perfil ETSIST-29	Licenciado	PTEU	Programación, Procesamiento de Información en aplicaciones telemáticas, Internet de las cosas, Modelos de Información (Grados ETSIST y Máster)	88
Perfil ETSIST-30	Doctor UPM	PTEU	Programación (Grados ETSIST), Auditoría Técnica de Seguridad (Máster)	80
Perfil ETSIST-31	Doctor UPM	PTU	Tecnología de producción de sistemas Electrónicos, Ingeniería de Producto Fiabilidad y seguridad (Grados ETSIST), Estadística, Matemáticas	45

Perfil ETSIST-32	Doctor por la UPM	PTU	Ingeniería de Producto, Fiabilidad y seguridad, Técnicas de Búsqueda de Sistemas de Información (Grados ETSIST)	69
Perfil ETSIST-33	Doctora por la UPM	PCD	Modelado y Análisis de Datos en Ingeniería (Data Modeling And Analysis In Engineering) (Máster)	71
Perfil ETSIST-34	Doctor en Ciencias Físicas	PTU	Fiabilidad y seguridad, Data Modelling and Analysis in Engineering (máster), Técnicas de Búsqueda de Sistemas de Información (Grados ETSIST)	42
Perfil ETSIST-35	Doctor Ingeniero de Telecomunicación	PTU	Electrónica Analógica I, Electrónica Analógica II, Electrónica I, Diseño de Sistemas Empotrados con Raspberry Pi, Instrumentación Electrónica, Sistemas Automáticos de Medida, Programación en LabVIEW (Grados ETSIST), Sistemas Avanzados de Instrumentación Virtual (Master MISSSI)	54
Perfil ETSIST-36	Doctor UPM	PTU	Electrónica Analógica, Sistemas Electrónicos de Alimentación, Electrónica de Potencia (Grados ETSIST)	54
Perfil ETSIST-37	Doctor EPFL (Suiza)	PCD	Embedded platforms for IoT (MUIoT), Diseño Digital 2 (Grados ETSIST)	45
Perfil ETSIST-38	Doctor UPM	PTU	Electrónica I, Electrónica Analógica I, Sistemas Automáticos de Medida, Programación en labView (Grados ETSIST), Sistemas avanzados de Instrumentación Virtual (Master MISSSI)	54
Perfil ETSIST-39	Doctor en Matemáticas	PAD	Álgebra Lineal (Grados ETSIST), Informática Aplicada a la Biología y Matemáticas Aplicadas a la Biología Cálculo Numérico y Estadística Aplicada	60
Perfil ETSIST-40	Doctor en Físicas	PTU	Cálculo I, Álgebra, Estadística, Sistemas Dinámicos, Modelado y Análisis de Datos en Ingeniería (Grados ETSIST)	70
Perfil ETSIST-41	Doctor en Matemáticas	PCD	Análisis matemático, Cálculo I y Cálculo II (Grados ETSIST)	70
Perfil ETSIST-42	Doctor en Matemáticas	PTU	Cálculo, Álgebra, Probabilidad, Estadística, Inferencia (Grados ETSIST), Series Temporales (Doctorado)	60
Perfil ETSIST-43	Doctor en Matemáticas	PTU	Cálculo en varias variables y Optimización, Cálculo, Álgebra y Estadística (Grados ETSIST)	76
Perfil ETSIST-44	Doctor en Matemáticas	PAD	Cálculo y Álgebra Lineal (grado de Economía), Análisis Matemático, Ecuaciones Diferenciales e Informática (grado de Matemáticas), Teoría de Semigrupos y EDPs (Doctorado)	40
Perfil ETSIST-45	Doctor en Matemáticas	PTU	Álgebra, Cálculo I, Cálculo II, Matemática discreta (Grados ETSIST)	70

Perfil ETSIST-46	Doctor en Matemáticas	PAD	Cálculo I y II, Álgebra (Grados ETSIST), Matemáticas I, II y III,	61
Perfil ETSIST-47	Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales	CEU	Economía y Dirección de Empresas, Gestión de Proyectos (Grados ETSIST), Gestión de las Tecnologías en las Organizaciones (Máster)	84
Perfil ETSIST-48	Doctora en Economía y Gestión Forestal por UPM	PCD	Economía y Dirección de Empresas, Gestión de Proyectos (Grados ETSIST), Gestión de las Tecnologías en las Organizaciones (Máster)	84
Perfil ETSIST-49	Doctora en Filología Inglesa	PTU	English for Professional and Academic Communication, Introduction to Professional and Academic Communication I y II, Comunicación profesional (Grados ETSIST), Writing in Engineering (Doctorado); Inglés Profesional y Académico en entornos Educativos Internacionales (Máster)	34
Perfil ETSIST-50	Doctora en Filología Inglesa	CEU	English for Professional and Academic Communication, Introduction to Professional and Academic Communication I y II, Comunicación profesional (Grados ETSIST), Writing in Engineering (Doctorado), Lingüística y tecnologías de la información: aplicaciones computacionales del lenguaje natural (Máster)	34

Leyenda:

CU: Catedrático de Universidad

CEU: Catedrático de Escuela Universitaria

PTU: Profesor Titular de Universidad

PTEU: Profesor Titular de Escuela Universitaria

PCD: Profesor Contratado Doctor

PAD: Profesor Ayudante Doctor

AYD: Ayudante

ASOC: Profesor Asociado

Teniendo en cuenta el número de profesores que imparten la titulación, los cupos de entrada en cada curso académico en cada Centro y las horas de clases teóricas y prácticas de cada curso académico, las tablas siguientes muestran cómo evolucionan las horas por profesor en los cuatro primeros años del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos en ambos centros de impartición.

En el centro ETSIT, donde dicho número va creciendo a lo largo el tiempo admitiendo 30, 40, 50 y 60 alumnos en los cuatro primeros cursos académicos, se ha considerado que las horas de teoría se imparten por un solo profesor, que tendría un máximo de 60 alumnos, y un profesor de prácticas por cada 20 alumnos (un grupo de 60 alumnos de teoría se dividiría en 3 grupos de prácticas, cada uno atendido por un profesor).

Por ejemplo, en el primer curso académico, con un cupo de 30 alumnos, se harían dos grupos de prácticas, cada uno atendido por un profesor; en el cuarto curso de impartición, con un cupo de 60 alumnos de entrada, se dividiría cada grupo de teoría en 3 grupos de prácticas, cada uno atendido por un profesor. Este incremento en el número de grupos de laboratorio se ha tenido en cuenta para calcular el incremento de dedicación de los profesores a lo largo de los cuatro primeros cursos de impartición (implantación completa del grado).

En conclusión, la última fila de las tablas 33 y 34 en ETSIT y ETSIST, respectivamente, indica la dedicación media del profesorado cuando el GISD esté totalmente implantado.

Tabla 33. Evolución de las horas por profesor en los cuatro primeros años del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos (ETSIT-UPM).

Año 1	9,6
Año 2	19,8
Año 3	30,1
Año 4	40,4

Tabla 34. Evolución de las horas por profesor en los cuatro primeros años del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos (ETSIST-UPM).

Año 1	15,3
Año 2	30,8
Año 3	46,4
Año 4	62,7

6.2 Otros recursos humanos

Todo proyecto de plan de estudios requiere para su correcto desarrollo, además del personal de docente e investigador, de otros recursos humanos como personal de administración y servicios, secretaría, personal técnico de laboratorio, etc.

En relación a los técnicos de laboratorio, la ETSIT-UPM y la ETSIST-UPM cuentan con los siguientes recursos, donde puede apreciarse la categoría profesional y experiencia medida en trienios de antigüedad. Los técnicos de laboratorio cuentan con una amplia experiencia y, teniendo en cuenta que los laboratorios que se emplearán son los existentes, con actualización de equipos y software necesarios, su capacitación está asegurada.

Tabla 35. Grupos de los Técnicos de Laboratorio del Personal de Administración y Servicios (ETSIT-UPM).

Técnicos de laboratorio				
Grupo	Número	Funcionarios	Contratados	Trienios
A2	0	0	0	0
B1	4	0	4	39
B2	11	0	11	54
C1	13	0	13	65
C2	2	0	2	6
Totales	30	0	30	164

Tabla 36. Grupos de los Técnicos de Laboratorio del Personal de Administración y Servicios (ETSIST-UPM).

Técnicos de laboratorio				
Grupo	Número	Funcionarios	Contratados	Trienios
A2	0	0	0	0
B1	1	0	1	12
B2	0	0	0	0
C1	6	0	6	42
C2	1	0	1	10
C3	5	0	5	45
Totales	13	0	13	109

Tabla 37. Puestos de los Técnicos de Laboratorio del Personal de Administración y Servicios (ETSIT-UPM).

Puestos de los técnicos de laboratorio		
Puesto	Nº de PAS	Trienios
Especialista Técnico. Laboratorio (C1 y C2)	15	71
Técnico Med. Laboratorio (B1 y B2)	15	93
Técnico Superior Laboratorio (A)	0	0

Tabla 38. Puestos de los Técnicos de Laboratorio del Personal de Administración y Servicios (ETSIST-UPM).

Puestos de los técnicos de laboratorio		
Puesto	Nº de PAS	Trienios
Especialista Técnico. Laboratorio (C1 y C2)	6	45
Técnico Med. Laboratorio (B1 y B2)	6	42
Técnico Superior Laboratorio (A)	1	12

Tabla 39. Puestos y trienios del Personal de Administración y Servicios (ETSIT-UPM).

Otro personal de administración y servicios				
Grupo	Número	Funcionarios	Contratados	Trienios
A1	1	1	0	8
A2	5	5	0	35
C1	40	30	10	232
C2	7	6	1	22
C3	11	0	11	80
D	8	0	8	52
Totales	72	42	30	429

Tabla 40. Puestos y trienios del Personal de Administración y Servicios (ETSIST-UPM).

Otro personal de administración y servicios				
Grupo	Número	Funcionarios	Contratados	Trienios
A1	1	1	0	11
A2	3	3	0	23
C1	22	14	8	177
C2	8	5	3	34
C3	6	0	6	41
Totales	40	23	17	286

Para dar soporte a todos los procesos administrativos y de gestión, y asegurar la correcta implantación del título, los centros responsables cuentan con diferentes unidades de servicios centrales con el personal adecuado para desarrollar las tareas de cada unidad: Jefatura de Estudios, para la ordenación académica e implantación de las titulaciones (2 y 1 personas en ETSIT y ETSIST, respectivamente); Unidad de Calidad para apoyar los procesos de acreditación y verificación de títulos, así como para implantar los procesos de calidad asociados al ámbito académico (1 persona en cada centro responsable); Secretaría de Alumnos, para la atención de alumnos en procesos administrativos y registro (6 y 5 personas en ETSIT y ETSIST, respectivamente); oficinas de relaciones internacionales y empresas en las que se gestionan los procesos de movilidad internacional y las prácticas en empresas (6 y 1 persona en ETSIT y ETSIST, respectivamente), así como la Biblioteca de la ETSIT-UPM y la biblioteca del Campus Sur, donde se encuentra situada la ETSIST.

Los centros responsables también cuentan con servicio de informática, comunicaciones y audiovisuales, encargados de asegurar que los servicios de comunicaciones y el equipamiento de uso docentes funcione correctamente (7 personas en cada centro responsable del título). Por último, indicar que los Gabinetes de Comunicación de cada centro se encargan de la organización y e información de eventos, así como de las relaciones con los medios y de proyectar la imagen de los centros hacia el exterior.

6.3 Mecanismos para asegurar la igualdad entre hombres y mujeres y la no discriminación de personas con discapacidad

En relación a los mecanismos existentes sobre la contratación del profesorado y el personal de apoyo, atendiendo a los criterios de igualdad entre hombres y mujeres y de no discriminación de personas con discapacidad, se aplican las directrices de la Universidad Politécnica de Madrid en cumplimiento de la normativa vigente en cada momento, y que en la actualidad se concretan, fundamentalmente en las siguientes:

- Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad efectiva entre hombres y mujeres.
- Ley 7/2007, de 12 de abril, del Estatuto Básico del Empleado Público
- Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.
- Real Decreto 2271/2004, de 3 de diciembre, por el que se regula el acceso al empleo público y la provisión de puestos de trabajo de personas con discapacidad.

Para dar cumplimiento a la Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad efectiva de mujeres y hombres, así como a la Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la Ley Orgánica de Universidades, la Universidad Politécnica de Madrid creó la Unidad de Igualdad en el mes de septiembre de 2009.

El objetivo principal de esta Unidad es favorecer políticas de igualdad de género en el seno de nuestra Universidad y así, en el artículo 177 de nuestros Estatutos (Decreto 74/2010, BOCM de 15 de noviembre de 2010), las competencias que tiene asignada la Unidad de Igualdad son:

- Elaborar, implantar, hacer el seguimiento y evaluar los planes de igualdad en la Universidad.
- Informar y asesorar a los órganos de gobierno de la Universidad en materia de políticas de igualdad.
- Apoyar la realización de estudios con la finalidad de promover la igualdad de género.
- Fomentar el conocimiento en la comunidad universitaria del alcance y significado del principio de igualdad mediante la formulación de propuestas de acciones formativas.

Unidad de Igualdad de la UPM: <http://www.upm.es/UPM/PoliticadIgualdad>

Contacto: unidad.igualdad@upm.es

Asimismo, la Universidad Politécnica de Madrid dispone de la Unidad de Atención a la Discapacidad (UAD), dependiente del Vicerrectorado de Alumnos, creado al amparo de la ley 13/1982, de 7 de abril, de integración social de los discapacitados y recogida en el artículo 178 de los Estatutos de la Universidad Politécnica.

Algunas de las acciones que realiza la UAD son las adaptaciones curriculares para alumnos con discapacidad, inventario de accesibilidad por Centros (parkings, aseos y ascensores adaptados, accesos a aulas, rampas y elevadores), programas de becas, programa del estudiante

colaborador (estudiante compañero en actividades de atención a la discapacidad con el fin de cubrir algunas necesidades de los estudiantes con discapacidad en su día a día académico), y actividades de Investigación y Discapacidad, con el objetivo de conseguir que los sistemas, productos, servicios y cualquier entorno, puedan ser utilizados por el mayor número posible de personas basándose en el principio de diseño para todos.

La UAD es la encargada de garantizar la igualdad de oportunidades y la no discriminación en el acceso, permanencia y progreso en el ámbito universitario de aquellos miembros de la Comunidad Universitaria que se encuentren en situación de discapacidad, además de concienciar y sensibilizar a todos sus miembros sobre la educación sin barreras y diseño para todos.

Unidad de Atención a la Discapacidad:

<http://www.upm.es/UPM/CompromisoSocial/UnidadAtencionDiscapacidad>

Contacto: discapacidad.alumnos@upm.es

La Universidad Politécnica de Madrid creó la Unidad de Igualdad en el mes de septiembre de 2009 para dar cumplimiento a la Ley Orgánica 3/2007 para la igualdad efectiva de mujeres y hombres, así como a la Ley Orgánica 4/2007 por la que se modifica la Ley Orgánica de Universidades. El objetivo principal de esta Unidad es favorecer políticas de igualdad de género en el seno de nuestra Universidad y así, en el artículo 177 de nuestros Estatutos, las competencias que tiene asignadas la Unidad de Igualdad son:

- Elaborar, implantar, hacer el seguimiento y evaluar los planes de igualdad en la Universidad.
- Informar y asesorar a los órganos de gobierno de la Universidad en materia de políticas de igualdad.
- Apoyar la realización de estudios con la finalidad de promover la igualdad de género.
- Fomentar el conocimiento en la comunidad universitaria del alcance y significado del principio de igualdad mediante la formulación de propuestas de acciones formativas.

Tanto la ETSIT-UPM como la ETSIST-UPM disponen de un espacio web se ha creado como punto de contacto entre las Escuelas y la Unidad de Igualdad de la UPM para disponer de una plataforma en la que ofrecer información sobre las actividades desarrolladas por la Unidad de Igualdad, además de materiales, recursos e información sobre igualdad entre mujeres y hombres, en diferentes ámbitos, para impulsar el desarrollo efectivo del principio de igualdad.

Espacio de igualdad de la ETSIT-UPM: <https://www.etsit.upm.es/escuela/espacio-de-igualdad.html>

Contacto igualdad ETSIT-UPM: igualdad.etsit@upm.es

Espacio de igualdad de la ETSIST-UPM: <https://www.etsist.upm.es/escuela/igualdad>

Contacto igualdad ETSIST-UPM: igualdad.etsist@upm.es

6.4 Justificación de la idoneidad del personal de la ETSIT-UPM y ETSIST-UPM para la impartición del título

La ETSIT-UPM y la ETSIST-UPM disponen de unas plantillas de Personal Docente e Investigador y de Personal de Administración y Servicios que permiten abordar con garantías la impartición de la titulación de Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos que se propone junto con el resto de las titulaciones que se vienen impartiendo tanto a nivel de grado como de máster.

Esta justificación se basa, por un lado, en la impartición de asignaturas similares en otros programas (principalmente, Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación (ETSIT), Grado en Ingeniería Telemática (ESTIST), Grado en Ingeniería Eléctrica de Comunicaciones (ESTIST), Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación (ESTIST), Grado en Ingeniería de Sonido e Imagen (ESTIST), Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (ETSIT), Master in Signal Theory and Communications (ETSIT), Máster Universitario en Ingeniería de Redes y Servicios Telemáticos (ETSIT), Master in ICT Innovation: Software and Services in the Cloud (EIT Digital) (ETSIT), Máster Universitario en Ingeniería de Sistemas Electrónicos (ETSIT), Máster Universitario en Ciberseguridad (ETSIT-ETSIST), Máster Universitario en Tratamiento Estadístico-Computacional de la Información (ETSIT), Master in Internet of Things (ESTIST)) y, por otro lado, en la actividad investigadora en el ámbito de la ingeniería de datos y los sistemas.

A continuación, se destacan las actividades principales de cada uno de los principales departamentos implicados. Algunos de los departamentos son exclusivos de una de las dos escuelas, y otros son intercentro, con secciones departamentales en cada centro.

Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones (SSR) - ETSIT
--

El Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones (SSR) se crea en el verano de 1987 cuando diversos Grupos de Investigación, trabajando en las áreas de radio, tratamiento de señal y comunicaciones, deciden unirse para constituir el departamento más grande de la ETSI de Telecomunicación y uno de los mayores de la Universidad Politécnica de Madrid. Desde entonces, ha evolucionado hasta cubrir una buena parte de lo que conocemos como Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC's). En los últimos años, gran parte de la actividad docente e investigadora se focaliza en la Ciencia e Ingeniería de Datos en multitud de sectores cubriendo finanzas, negocio, imagen y vídeo, voz y audio, transporte, industria 4.0, drones y salud.

En estos momentos, el Departamento de SSR, está integrado por 75 profesores (25 catedráticos de universidad, 27 titulares de universidad, 6 contratados doctores, 1 titular de escuela universitaria, 4 ayudantes doctores, 6 profesores ayudantes y otros 6 asociados) prácticamente todos en dedicación exclusiva. Adicionalmente, hay 3 profesores eméritos y otros 3 Ad-Honorem, y unos 25 becarios de investigación, cuya labor está apoyada por 8 técnicos y 5 administrativos. Si además consideramos los aproximadamente 50 estudiantes que desarrollan sus trabajos fin de grado y de máster integrados en los proyectos de investigación – una buena parte de ellos becados – y unos 50 investigadores contratados con cargo a proyectos competitivos y con empresas colaboradoras, se configura una de las entidades de investigación

más importantes del país con más de 150 miembros. En conjunto, la labor investigadora desarrollada por los profesores con vinculación permanente ha sido reconocida con la concesión de 175 sexenios. Asimismo, la mayor parte de los profesores forman parte de un centro de investigación (Information Processing and Telecommunications Center).

La actividad de investigación del Departamento de SSR está organizada en 13 grupos de investigación que trabajan en diferentes especialidades de Radio, Procesamiento de Señales y Comunicaciones, y sus tecnologías relacionadas. El Departamento de SSR está ubicado en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicaciones (ETSIT) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), ubicada en el Campus de Excelencia Internacional de Moncloa (Ciudad Universitaria), que es la escuela más antigua de estudios de Ingeniería de Telecomunicaciones en España.

Los profesores del departamento han participado en la creación y coordinación de nuevas titulaciones de grado (Grado en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación, 33 asignaturas, Grado en Ingeniería Biomédica, 3 asignaturas) y de posgrado (Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación, Máster Universitario para el Desarrollo Humano y la Cooperación, 1 asignatura, Máster Universitario en Gestión de Desastres, 1 asignatura, y Máster Universitario en Teoría de la Señal y Comunicaciones con 19 asignaturas). En total, supone 57 asignaturas en 6 titulaciones de la Universidad Politécnica de Madrid.

Es especialmente reseñable en relación con la presente propuesta la creación de un itinerario dentro del Máster Universitario en Teoría de la Señal y Comunicaciones denominado Signal Processing and Machine Learning for Big Data Applications, impartido totalmente en inglés, de 60 ECTS en el cual se han creado 13 asignaturas más el correspondiente Trabajo Fin de Máster. Este itinerario ya ofrece a estudiantes con nivel de grado una formación especializada en Ciencia de Datos, Aprendizaje Automático y Redes Neuronales. Sus contenidos ponen especial énfasis en la integración de estas técnicas con los últimos avances en Procesado de Señal y el manejo de grandes bases de datos (Big Data), y con una orientación principal hacia el impacto de la Inteligencia Artificial en los Sectores de las Telecomunicaciones y los Contenidos Multimedia.

Destaquemos a continuación la actividad más reseñable en los grupos con actividad en el ámbito de la presente propuesta en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Grupo de Aplicaciones de Procesado de Señal (GAPS)

En este grupo hay una importante actividad en procesado de Habla que incluye experiencia en reconocimiento de habla, locutor, idioma, emociones, detección de patologías, síntesis de voz.

También es muy importante el de trabajo en Audición Artificial (o Audición a máquina) relacionadas con la ingeniería de datos e inteligencia artificial; ahí podemos destacar importantes desarrollos en separación y extracción de fuentes, reconocimiento de estados emocionales, percepción multidimensional y minería de datos de audio y recuperación de información sonora.

Otras actividades reseñables se centran en el procesado de Lenguaje Natural como gestión de metadatos para contenidos musicales y audiovisuales, tecnologías para sistemas de diálogo, en el procesado de señales de sensores para la caracterización de actividades a partir de señales procedentes de sensores de smartphones (acelerómetros, giróscopos, GPS) o el procesado de

datos de Operadoras de Telecomunicación: investigación en modelos de usuarios para planificar el despliegue de redes de Telecomunicaciones.

En el ámbito de la transformación digital de los sectores industriales, se cuenta con el seguimiento de las operaciones y el análisis predictivo de sus resultados son algunos de los elementos fundamentales de transformación. De la misma forma, en el ámbito de los recomendadores híbridos que constituyen el estándar de facto en multitud de aplicaciones. De manera análoga, se ha investigado cómo la integración masiva de datos multifísicos ofrece nuevas posibilidades para la investigación en el ámbito de la caracterización de materiales, la biomedicina, la industria sanitaria y de la salud.

Finalmente, mencionar una importante actividad en aprendizaje por refuerzo haciendo especial hincapié en las implementaciones de aprendizaje profundo en varias aplicaciones como el ataque y defensa de redes de comunicaciones o la navegación autónoma.

Grupo de Procesado de Datos y Simulación (GPDS)

La actividad investigadora se centra, por un lado, en técnicas de Optimización e Investigación de Operaciones, principalmente para diseño y toma de decisiones, temas en los que acredita una larguísima trayectoria investigadora y docente. Por otro lado, destaca su actividad también en analítica de datos y simulación, desarrollando desde los años 80 algoritmos adaptativos y de aprendizaje y, en los últimos años, para aplicaciones en salud, industria 4.0, interacción natural y avanzada y drones. Finalmente hay que reseñar muy especialmente su actividad en Big Data e Inteligencia Artificial aplicada en sistemas de C4ISR (Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance) y de ATM (Air Traffic Management), áreas en las que desarrolla proyectos y forma profesionales en colaboración con las empresas e instituciones europeas más importantes y mantiene presencia en los más importantes foros científico-tecnológicos.

Grupo de Tratamiento de Imágenes (GTI)

La actividad investigadora del grupo se centra en el análisis de señales multimedia con un interés especial en la distribución extremo a extremo de información visual de alta calidad y en las comunicaciones visuales inmersivas. Se han desarrollado numerosas técnicas clásicas de análisis de información multisensorial con resultados innovadores en análisis, compresión, distribución, síntesis y presentación, que han permitido al grupo ser un referente en estas áreas. Asimismo, se han desarrollado técnicas específicas de análisis de datos sobre la información visual basadas en aprendizaje máquina, aprendizaje por refuerzo y aprendizaje profundo para aplicaciones de realidad virtual, interfaces hombre máquina, visión artificial y compresión de vídeo. Estas técnicas se han aplicado, entre otros sectores, a navegación, vigilancia, interpretación de escenas, drones, análisis médico, etc. Por último, además de participar regularmente en los foros internacionales de referencia, se mantiene una actividad relevante de transferencia de conocimiento en estos campos.

Grupo de Aplicaciones de Telecomunicaciones Visuales (GATV)

Este grupo tiene una actividad importante en Sistemas de tratamiento y procesado de datos multimedia, tratamiento e ingeniería de datos no estructurados, visión artificial y en aplicaciones del procesado de señal y comunicaciones en Sistemas Inteligentes de Transporte (Intelligent Transportation Systems). Trabaja en investigación en proyectos multinacionales en

diversas aplicaciones de la ingeniería de datos y sistemas como pueden ser plataformas digitales multimedia, redes multimedia cognitivas, sistemas inteligentes aplicados a campos como seguridad o industria conectada, o detección de noticias falsas.

Grupo de Circuitos (GC)

La actividad de este grupo se centra en la aplicación multidisciplinar de procesamiento de señal y sistemas complejos de inteligencia artificial bioinspirada. En el campo de aplicación a ingeniería de datos, destacan contribuciones en minería de datos valiosos mediante técnicas de Soft Computing y el agrupamiento eficiente de datos a través del uso cooperativo de agentes distribuidos mediante algoritmos de enjambre concebidos con técnicas de diseño de Sistemas de Sistemas.

Departamento de Ingeniería Telemática (DIT) -ETSIT

El Departamento de Ingeniería de Sistema Telemáticos (DIT) es un departamento formado por 39 profesores (9 Catedráticos de Universidad, 19 Profesores Titulares de Universidad, 1 Profesor Contratado Doctor, 2 Profesores Ayudantes Doctores, 5 Profesores Ayudantes, 3 Profesores Asociados), en las áreas de conocimiento de Ingeniería Telemática y de Arquitectura y Tecnología de los Computadores, prácticamente todos en dedicación exclusiva. Adicionalmente, hay 2 profesores eméritos y unos 22 becarios y contratados de investigación, cuya labor está apoyada por 7 técnicos y 4 administrativos.

Los profesores del Departamento han participado en la creación y coordinación de nuevas titulaciones de grado (Grado en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación, Grado en Ingeniería Biomédica) y de posgrado (Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación, Máster Universitario en Ingeniería de Redes y Servicios Telemáticos, Máster Universitario en Ciberseguridad, Eit Digital Master's Programme In Data Science). Actualmente, el Departamento DIT imparte docencia en unas 60 asignaturas de 6 titulaciones de la Universidad Politécnica de Madrid.

Los profesores del Departamento DIT acumulan 70 sexenios de investigación y se organizan en 5 grupos de investigación reconocidos por la UPM. Asimismo, algunos de los profesores forman parte de un centro de investigación (Information Processing and Telecommunications Center). Destacamos a continuación los principales grupos y sus líneas de investigación en el ámbito de la ingeniería de datos.

Grupo de Ingeniería de Redes y Servicios Avanzados de Telecomunicación.

Arquitecturas, protocolos y servicios para internet de las cosas, Big Data, ontologías y ciencia de los datos, Modelado y simulación de entornos de inteligencia ambiental, Redes y servicios corporativos, Servicios y arquitecturas multimedia móviles, Comunicaciones y redes radio y por satélite.

Grupo de Internet de Nueva Generación.

Entornos de trabajo Colaborativo, Arquitecturas Orientadas a Servicios, Seguridad Informática, Soporte y Gestión de Servicios de Red, Arquitectura de Servicios Multimedia de IEFT.

Grupo de Redes y Servicios de Telecomunicación e Internet.

Internet de las cosas (IoT): Redes de sensores. Prototipado rápido con Arduino, y Raspberry Pi, Comunicaciones IoT (WiFi, ZigBee, BLE, NFC, LTE, M2M, etc.). Protocolos (MQTT, CoAP). Aplicación a Smart Cities, Retail, Transporte, Seguridad, etc. Analítica y Visualización de datos. Gestión y configuración remotas. Cuadros de mando y control basados en Web.

Ciberseguridad: Gestión dinámica de riesgos. Detección y respuesta a intrusiones. Simulación y formación. Visualización y seguimiento de ciberataques. Protección de infraestructuras críticas.

Grupo de Sistemas Inteligentes.

NLP y Análisis de Sentimientos: análisis de sentimientos y emociones en redes sociales, en la búsqueda semántica y en interfaces NLP (Natural Language Processing).

Ingeniería Web y de servicios: metodologías y tecnologías que faciliten el desarrollo ágil de aplicaciones, especialmente de los servicios web. La Web de Datos y Tecnologías Semánticas: aplicación de la tecnología semántica a la Web Social y la Web de las Cosas. Agentes y Simulación Social: agentes inteligentes para la gestión de redes y servicios; aplicaciones educativas; asistencia personal y simulación social. Big Data y Aprendizaje Automático: engloba el diagnóstico y clasificación distribuidos, la búsqueda semántica a gran escala para, entre otras aplicaciones, el análisis de redes sociales.

Grupo de Sistemas de tiempo real y arquitectura de servicios telemáticos

Servicios telemáticos, sistemas de tiempo real, sistemas empotrados, sistemas de alta integridad, sistemas de criticidad múltiple, identidad digital, ingeniería de privacidad, Internet de las cosas, gestión de infraestructuras de servicios, plataformas de ejecución de servicios en la nube, ingeniería de servicios telemáticos.

Grupo de investigación en Redes de Comunicaciones y Servicios.

Integración de aplicaciones y servicios sobre redes de telecomunicación, Calidad de servicio, Calidad de la experiencia, Internet avanzada, Virtualización de redes, Redes definidas por software, Tecnologías para la distribución de contenidos.

Departamento de Matemática Aplicada a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MAT) [ETSIT y ETSIST]
--

El Departamento de Matemática Aplicada a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MAT) está compuesto por profesorado distribuido en cuatro Centros de la UPM: la ETS de Ingenieros de Telecomunicación (ETSIT-UPM), la ETS de Ingenieros Informáticos, la ETS de Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación y la ETS de Ingeniería de Sistemas Informáticos. Los profesores adscritos a la ETSIT-UPM son 22 (4 Catedráticos de Universidad, 12 Profesores Titulares de Universidad, 3 Profesores Contratados Doctores, 1 Profesor Ayudante Doctor, 1 Profesor Titular de Escuela Universitaria Interino y 1 Profesor Asociado), en las áreas de conocimiento de Matemática Aplicada y Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial.

Estos profesores del departamento han participado en la creación y coordinación de nuevas titulaciones de grado (Grado en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación, Grado en Ingeniería Biomédica, Grado en Ingeniería en Tecnologías Ambientales, Grado de Matemáticas e Informática) y de posgrado (Máster Universitario en Tratamiento Estadístico y Computacional

de la Información, Máster Universitario en Ingeniería de Materiales, Máster Universitario en Ingeniería Ambiental y Máster Universitario en Teoría de la Señal y Comunicaciones). Actualmente, la sección del Departamento MAT en la ETSIT imparte docencia en 22 asignaturas de 10 titulaciones de la Universidad Politécnica de Madrid.

Por su parte, en la ETSIST, el departamento cuenta con 12 profesores (4 Profesores Titulares de Universidad, 1 Profesor Contratado Doctor, 4 Profesores Ayudantes Doctor y 3 Profesores Asociados) y un Técnico de Laboratorio (C2). Desde la creación de los departamentos han participado en la elaboración, revisión y coordinación de los títulos impartidos en la ETSIST, tanto a nivel de ingeniería técnica, grado, máster y doctorado. Profesores de esa sección participan en el Programa de Doctorado Interuniversitario en Ingeniería Matemática, Estadística e Investigación Operativa (Universidad Complutense de Madrid y la Universidad Politécnica de Madrid). El departamento MAT tiene asignada a docencia de 6 asignaturas de grado, comunes a los 4 grados, de la ETSIST.

Los profesores del departamento MAT acumulan 34 sexenios de investigación y constituyen 3 grupos de investigación reconocidos por la UPM. Asimismo, algunos de los profesores forman parte de un centro de investigación (Information Processing and Telecommunications Center).

Grupo de Sistemas Dinámicos, Aprendizaje y Control

Su actividad investigadora se centra en la dinámica, el control y el diagnóstico de sistemas, los circuitos eléctricos, las ecuaciones algebraico-diferenciales, las aplicaciones de control avanzado, la teoría de muestreo, el aprendizaje automático, las redes complejas y el tratamiento masivo de datos.

Grupo de Simulación Numérica en Ciencias e Ingeniería

Su actividad investigadora se centra en la simulación numérica de glaciares, las aplicaciones glaciológicas del georradar y la estimación del balance de masas de los glaciares.

Grupo de Biometría, Bioseñales, Seguridad y Smart Mobility

Su actividad investigadora se centra en la identificación biométrica, el tratamiento de bioseñales, la criptografía, los sistemas de transporte inteligente y el acceso a la información.

Grupo de investigación de la ETSIST

Las principales líneas de investigación de los profesores de la ETSIST, relacionadas con la ingeniería de datos, son: Modelos y análisis de datos para sistemas complejos, sistemas de redes inteligentes de sensores y sistemas de reconocimiento de patrones.

Departamento de Ingeniería Electrónica [ETSIT]

El Departamento de Ingeniería Electrónica cuenta con un personal de 49 miembros (12 Catedráticos de Universidad, 14 Profesores Titulares de Universidad, 9 Profesores Contratados Doctores, 1 Profesor Ad Honorem, 1 Profesor Ayudante Doctor, 4 Profesores Ayudantes y 8 personas de personal docente y de administración y servicios) y alrededor de 25 estudiantes de doctorado y 3 becarios postdoctorales. Adicionalmente, en torno a 60 estudiantes llevan a cabo sus proyectos de fin de Grado o Máster cada año.

Las actividades docentes desarrolladas por el Departamento cubren materias en electrónica y sistemas electrónicos que van desde el diseño de sensores y dispositivos hasta el desarrollo de complejos sistemas electrónicos que forman las infraestructuras principales de adquisición y procesamiento de cantidades masivas de datos. El Departamento de Ingeniería Electrónica desempeña una actividad docente en las siguientes titulaciones, Grado en Ing. de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación, Grado en Ingeniería Biomédica, Grado en Ingeniería de Materiales, Máster Universitario en Ingeniería Biomédica, Máster Universitario en Biología Computacional, Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación, Máster Universitario en Ingeniería de Sistemas Electrónicos, Máster Universitario en Ingeniería de Materiales y Máster Universitario en Estrategias y Tecnologías para el Desarrollo: la Cooperación en un Mundo. En este departamento, los distintos grupos más vinculados al área de ingeniería de datos han desarrollado actividad en los siguientes ámbitos.

Laboratorio de Sistemas Integrados

Este laboratorio trabaja en los elementos claves de los complejos sistemas electrónicos: microelectrónica, metodologías de diseño –incluyendo bajo consumo y ahorro energético- y herramientas de soporte, arquitecturas digitales avanzadas basadas en FPGAs, y sistemas hardware-software empotrados para un amplio campo de aplicaciones.

Grupo de Electrónica de Alta Velocidad (HISEL)

Este grupo enfoca su actividad en todos los aspectos tecnológicos relacionados con los dispositivos y estructuras integradas de tipo electrónico y optoelectrónico.

Grupo de Tecnología de Imágenes Biomédicas

Este grupo trabaja en colaboración con hospitales y centros de investigación, centra su actividad en la adquisición y análisis de imágenes biomédicas. Su principal objetivo es la aplicación de soluciones tecnológicas (hardware-software) a los problemas clínicos o biológicos reales, sobre todo con el objetivo de realizar un diagnóstico y tratamiento precoz.

Grupo de Tecnología del Habla

Este grupo realiza su investigación en las tecnologías de reconocimiento de habla/locutor/idioma, comprensión del lenguaje hablado natural, diálogo hombre-máquina, ...y sus aplicaciones como respuesta telefónica automática, domótica, sistemas de automoción, agentes animados inteligentes, ayudas técnicas para personas discapacitadas, sensado humano y procesamiento de video.

Grupo de Investigación “B105 Electronic Systems Lab”

Nuestra actividad se centra en el diseño de sistemas embebidos, redes inalámbricas de sensores y redes cognitivas, con una marcada actividad en innovación tecnológica, especialmente importante en las áreas de Seguridad y Defensa.

Grupo de Conectividad

Este grupo enfoca su actividad en redes de sensores inteligentes, nanotecnología y nanomateriales para sensores, sensores inalámbricos y teleeducación.

Grupo de Investigación de Microsistemas y Materiales Electrónicos

Estos profesores tienen como líneas de investigación el diseño y fabricación de dispositivos electrónicos de película delgada, incluyendo la obtención de película delgada de todo tipo de materiales funcionales, su aplicación en dispositivos, especialmente sensores y el diseño de la electrónica asociada.

Departamento de Tecnología Fotónica y Bioingeniería (TFB) [ETSIT]

El Departamento de Tecnología Fotónica y Bioingeniería (TFB) es un departamento multidisciplinar, con 32 profesores (9 Catedráticos de Universidad, 10 Profesores Titulares de Universidad, 6 Profesores Contratados Doctores, 5 Profesores Ayudantes Doctores, 1 Profesor Colaborador, 1 Ayudante), en las áreas de conocimiento de Tecnología Electrónica, Teoría de la Señal, Ingeniería de Sistemas y Automática, Química y disciplinas de las Ciencias Biomédicas (Biología, Psicología y Medicina). Los profesores del departamento TFB disponen de más de 64 sexenios de investigación y se encuentran establecidos en 10 grupos de investigación reconocidos de la UPM, así como en 2 institutos y 4 centros de investigación en los que colaboran.

En los últimos años, los profesores del departamento han participado de forma muy intensa en la creación y coordinación de nuevas titulaciones de grado (Grado en Ingeniería Biomédica y Grado en Ingeniería de Materiales) y de posgrado (Máster Universitario en Tecnologías y Sistemas de Comunicaciones, Máster Universitario en Ingeniería Biomédica, Máster Universitario en Ingeniería de Materiales y Máster Interuniversitario en Ingeniería Fotónica). Actualmente, el Departamento TFB imparte docencia en 75 asignaturas de 8 titulaciones de la Universidad Politécnica de Madrid. Destacamos a continuación la actividad más reseñable en los grupos con actividad en el ámbito de los datos de la presente propuesta.

Grupo de Bioingeniería y Telemedicina

Sus líneas principales en el ámbito del grado se centran en algoritmos de control en lazo cerrado, predicción de glucosa y monitorización de actividad física para la implementación de páncreas artificiales, inteligencia artificial inteligente en medicina mediante el análisis inteligente de datos médicos, así como tecnologías de apoyo al envejecimiento activo y segmentación y reconstrucción 3D de imágenes médicas.

Grupo de Biometría, Bioseñales, Seguridad y Smart Mobility

Centrado en campos como la biometría y criptografía, así como cuestiones relacionadas con bioseñales, como la Detección de Estrés o la Identificación Biométrica por medio del Olor Humano. Además, durante los últimos años se han almacenado varias bases de datos biométricas multimodales y monomodales que reúnen diferentes características biométricas (iris, cara, paso, mano o gestos) que se encuentran a disposición de la comunidad científica.

Generación Distribuida Renovable y Control Inteligente

Sus líneas de investigación se centran en la generación eléctrica distribuida renovable, la integración de sistemas fotovoltaicos distribuidos, la robótica distribuida y el control inteligente. De especial relevancia para la presente propuesta es el análisis de las señales eléctricas desde el punto de vista de la variabilidad en tiempo real y distribuida en el sector energético, así como la

robótica cognitiva, situada y corporeizada, donde los sensores propioceptivos cobran especial relevancia en la implementación de los algoritmos.

Grupo de Fotónica Aplicada

Centrado en la fabricación y caracterización de dispositivos de cristal líquido, las redes de fase ópticas para conmutación y encaminamiento de haces luminosos, los dispositivos OLED y los dispositivos de potencia para aplicaciones LIDAR y láseres de bombeo. Dentro de las líneas de investigación destacan los desarrollos de modelador y caracterización de dispositivos, donde cada vez más se hacen necesarias técnicas de ingeniería de datos.

Tecnologías para Ciencias de la Salud

Sus líneas principales en el ámbito del grado se centran en el estudio de las bases cerebrales de la función cognitiva en personas sanas y en pacientes con enfermedades neurológicas y psiquiátricas, fibras bioinspiradas y andamios para aplicaciones biomédicas de materiales a base de colágeno, aplicadas a prótesis bioestructurales y mecánica celular y la interacción de las funciones cerebrales con campos electromagnéticos. Investigación sobre los mecanismos de comunicación del cerebro con campos magnéticos pulsados de muy baja frecuencia e intensidad.

Life Support Technologies

Siendo parte del clúster de Medicina Innovadora del Campus de Excelencia Internacional de Moncloa se encuentra centrado en el diseño, desarrollo y evaluación de servicios y aplicaciones basados en las Tecnologías de la Información y la Comunicación para la creación y promoción de nuevas ideas, métodos y soluciones tecnológicas en todos los aspectos de la cadena de valor de las organizaciones.

Ingeniería Óptica

Grupo multidisciplinar centrado en eficiencia energética y smartcities, redes inalámbricas para internet de las cosas basadas en estándares, realidad virtual y realidad aumentada, visualización avanzada de datos complejos, visión artificial, súper-imagen y súper-resolución, comunicaciones ópticas no guiadas tecno-economía.

Departamento de Electrónica Física, Ingeniería Eléctrica y Física Aplicada (ELF) [ETSIT y ETSIST]
--

El Departamento de Electrónica Física, Ingeniería Eléctrica y Física Aplicada (ELF), es un departamento multidisciplinar e inter-Escuelas (ETSIT- ETSIST), con 39 profesores con la siguiente distribución: 8 Catedráticos de Universidad, 18 Profesores Titulares de Universidad, 3 Titulares de Escuela Universitaria, 5 Profesores Contratados Doctores, 1 Profesor Ayudante Doctor, 2 Profesores Ayudantes y 2 Profesores Asociados en las áreas de conocimiento de Tecnología Electrónica, Física Aplicada e Ingeniería Eléctrica.

Los profesores de departamento ELF imparten actualmente docencia en 84 asignaturas de 14 Titulaciones de Grado y Máster en la UPM.

Los profesores e investigadores del departamento disponen de 88 sexenios de investigación y encuentran agrupados en distintos grupos, institutos y centros de investigación.

Las principales líneas de trabajo desarrolladas en el departamento son las siguientes:

Ingeniería eléctrica

Su actividad se centra en el control de generación eléctrica renovable, integración de vehículo eléctrico y gestión activa de demanda, Data Analytics y fusión de datos multimodales aplicada a la ingeniería eléctrica y al transporte inteligente. Smart Grid. Visión artificial aplicada.

Física. Dispositivos Magnéticos

Tienen importante actividad en sensores magnéticos desarrollando sensores y actuadores para muy diversas aplicaciones: detección de vehículos por su firma magnética, detección de bombas lapa, etiquetas magnéticas para seguridad en documentos, dispositivos de medición de campos magnéticos en ambientes hostiles, susceptómetros para exploración de rocas marcianas, etc.

También han trabajado activamente en el estudio de nanopartículas para aplicaciones biomédicas, en concreto, en la síntesis y caracterización de nanopartículas y nanohilos ferromagnéticos para su aplicación en hipertermia localizada, etiquetas magnéticas o realce del contraste en imágenes de resonancia magnética.

Física. Dieléctricos no lineales

Su actividad se centra en el estudio de materiales piezo-ferro-piroeléctricos para sensores y actuadores. El desarrollo de estos materiales con propiedades “a medida” va desde la preparación en el laboratorio de química hasta la comercialización de dispositivos basados en ellos.

Electrónica Física. Energía Solar Fotovoltaica

Dentro de esta área en el ámbito de la ingeniería de datos podemos destacar sus contribuciones en generación distribuida, control inteligente, estrategias para la integración de renovables en la red eléctrica. Igualmente, hay importante actividad en la ingeniería de plantas fotovoltaicas: predicción de producción, control de calidad, detección temprana de fallos, y en ingeniería de sistemas aislados como diseño, fiabilidad, sistemas de acumulación.

Unidad Docente de Ingeniería de Organización, Administración de empresas y Estadística (IOR) [ETSIT y ETSIST]
--

Las Unidades Docente de Ingeniería de Organización, Administración de empresas y Estadística en la ETSIT-UPM y la ETSIST-UPM (IOR) forman parte del Departamento de Ingeniería de Organización, Administración de Empresas y Estadística de la Universidad de Madrid, departamento inter-centros distribuido en 7 Centros de la UPM. Los profesores, del área de conocimiento de Organización de Empresas, adscritos a la Unidad Docente de la ETSIT son 9 (2 Profesores Titulares de Universidad, 3 Profesores Contratados Doctores, 1 Ayudante y 3 Profesores Asociados). Los adscritos a la ETSIT son 4 (1 Catedrático de Escuela Universitaria, 1 Profesor Contratado Doctor, 1 Profesor Ayudante Doctor con docencia compartida con la ETSI de Sistemas Informáticos y 1 Profesor asociado).

Los profesores del departamento han participado en la creación y coordinación de nuevas titulaciones de grado (Grado en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación, Grado en

Ingeniería Biomédica en la ETSIT; Grado en Ingeniería Telemática, Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones, Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación y Grado en Ingeniería de Sonido e Imagen en la ETSIST y de posgrado (Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación, Máster Universitario en Ingeniería Biomédica, Máster Universitario en Ciberseguridad y Máster Universitario en Ingeniería Acústica). Actualmente, la Unidad Docente IOR imparte docencia en 12 asignaturas de 5 titulaciones de la Universidad Politécnica de Madrid, labor que compagina con la dirección de varios cursos de postgrado en el ámbito de la organización de empresas y la gestión de la tecnología (títulos propios).

Los profesores de la Unidad Docente IOR suman 17 quinquenios y la mayoría de sus miembros a tiempo completo forman parte del Grupo de Investigación “Innovación, Propiedad Industrial y Política Tecnológica” y del Grupo de Innovación Educativa “Tecnologías de la Información para la Gestión Empresarial”. Las principales líneas de investigación de la Unidad Docente en relación al ámbito de la ingeniería de datos son las siguientes:

Analíticas de Aprendizaje y Aprendizaje Electrónico (Learning Analytics)

Las actividades de investigación en el campo se centran en la aplicación de tecnologías y técnicas de minería de datos educativos para la definición de indicadores orientados a la mejora del aprendizaje mediante técnicas de analíticas de aprendizaje (learning analytics), visualización de datos y sistemas de soporte a la decisión. Dentro de esta área de investigación, destaca la participación como representantes de la Universidad Politécnica de Madrid en la red Spanish Network of Learning Analytics (SNOLA).

Transformación Digital de las Organizaciones

Esta área de investigación se centra en el estudio de los procesos de transformación digital en todas las dimensiones de las organizaciones propiciadas por la irrupción de nuevos paradigmas como la Industria 4.0 y el Comercio 4.0 propiciados por la irrupción de tecnologías IoT y *big data* en entornos omnicanal centrados en la experiencia de cliente, desde una visión estratégica de la transformación digital hasta su impacto en las diferentes áreas funcionales de las organizaciones: marketing digital, gestión digital de las operaciones, recursos humanos y finanzas. La visión de la transformación digital integra la perspectiva social de la organización y los sistemas y tecnologías de gestión necesarios para la misma.

Departamento de Ingeniería Telemática y Electrónica (DTE) [ETSIST]

El Departamento de Ingeniería Telemática y Electrónica (DTE) es un departamento formado como resultado de la fusión en el año 2014 de los departamentos de Sistemas Electrónicos y de Control (SEC) y de Ingeniería y Arquitecturas Telemáticas (DIATEL). Los profesores del actual departamento pertenecen a las áreas de conocimiento de Arquitecturas Telemáticas y Tecnología Electrónica.

Actualmente departamento formado por 57 profesores (4 Catedráticos de Universidad, 18 Profesores Titulares de Universidad, 23 Profesores Titulares de Escuela Universitaria, 2 Profesor Contratado Doctor, 6 Profesores Ayudantes Doctores, 2 Ayudantes y 2 Profesores Asociados). Adicionalmente 10 becarios pre y post doctorales con contratos de investigación, cuya labor está apoyada por 5 técnicos de laboratorio y 2 administrativos.

Los profesores del Departamento han participado en la creación e impartición de las 4 titulaciones de grado que se imparten actualmente en la ETSI y Sistemas de Telecomunicación (Graduado en Electrónica de Comunicaciones, Graduado en Sonido e Imagen, Graduado en Sistemas de Telecomunicación y Graduado en Ingeniería Telemática) y de postgrado (Máster Universitario en Internet de las Cosas, Máster Universitario en Ciberseguridad, Máster Universitario en Programación de Dispositivos Móviles). Actualmente, el Departamento DTE imparte docencia en unas 50 asignaturas de 8 titulaciones de la Universidad Politécnica de Madrid.

Los profesores del Departamento DIT acumulan 52 sexenios de investigación y forman parte de varios grupos de investigación de la Universidad. En cinco de ellos el Investigador Principal es profesor del departamento estando la mayor parte de sus miembros adscritos al departamento. Destacamos a continuación los principales grupos y sus líneas de investigación en el ámbito de la ingeniería de datos.

Grupo de Redes y Servicios de Próxima Generación (GRyS).

La actividad del grupo de investigación de la UPM denominado Grupo de Redes y Servicios de Próxima Generación (GRYS) se centra en tres líneas de investigación, que están estrechamente relacionadas con la Ingeniería Telemática, tales como: Redes y Servicios Telemáticos de Próxima Generación, Redes Telemáticas y Seguridad de Servicios e Ingeniería de Software Avanzado para Redes y Servicios Telemáticos. Las actividades del grupo son: proyectos en convocatorias competitivas (nacionales y europeas), proyectos realizados para la industria, transferencia de tecnología exitosa, documentos relevantes incluidos en el ISI, premios y reconocimientos, tesis doctorales y otros indicadores relevantes de I + D RE.

Está formado por 7 profesores con vinculación permanente a la UPM, más un número variable entre investigadores contratados, becarios de investigación y otro tipo de personal.

Actualmente sus miembros investigan en proyectos europeos relacionado IoT y el manejo de datos (aplicado a la agricultura de precisión), machine learning como soporte para toma de decisiones aplicado a la planificación de misiones de robots, middleware semántico y soluciones basadas en la nube para caracterización de un entorno real. Sus profesores realizan o han realizado investigaciones sobre adquisición, almacenamiento, manipulación y presentación de datos, aplicados a entornos tales como agricultura de precisión, gestión inteligente de la energía y Smart cities.

Grupo de Diseño Electrónico y Microelectrónico (GDEM)

El Grupo de Diseño Electrónico y Microelectrónico (GDEM), está adscrito al Centro de Investigación en Tecnologías Software y Sistemas Multimedia para la Sostenibilidad (CITSEM) de la UPM. Actualmente lo componen 8 profesores, 7 de ellos doctores. A lo largo de su trayectoria el Grupo se ha caracterizado por una estrecha colaboración con la Industria, así como por la realización de proyectos de I+D con financiación pública, tanto nacional como europea. Ambas actividades le han proporcionado una sólida experiencia en diseño electrónico y verificación. Las áreas de trabajo han sido codificación de vídeo, televisión digital, aviónica, defensa y procesamiento de imagen hiperespectral.

Grupo de Aplicaciones Multimedia y Acústica (GAMMA)

Reconocimiento, síntesis y análisis de voz para aplicaciones médicas; Reconocimiento y clasificación de eventos y escenas acústicas; Localización espacial de fuentes sonoras; Segmentación y clasificación de estructuras anatómicas en imágenes médicas; Procesado de señales acústicas multicanal y su aplicación en la recreación de entornos acústicos a partir de la estimación de la respuesta impulsiva; Diseño y desarrollo de interfaces inteligentes orientados a la discapacidad física y de aplicaciones gamificadas; Gestión del conocimiento y aprendizaje organizativo; Identidad digital, visibilidad y reputación on-line; Innovación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Inglés como lengua extranjera.

Departamento de Ingeniería Audiovisual y Comunicaciones (IAC) [ETSIST]

El Departamento de Ingeniería Audiovisual y Comunicaciones (DIAC), está compuesto por 40 profesores a tiempo completo que imparten docencia y realizan su actividad investigadora en todas las áreas relacionadas con la teoría de señal y comunicaciones en general. En particular, las líneas de investigación del departamento se dividen en dos grandes bloques: radiocomunicaciones y sonido e imagen. En la primera, la investigación de los profesores del departamento se centra en los siguientes ámbitos:

- Propagación de ondas electromagnéticas.
- Tecnología de RF y microondas.
- Tecnologías de antenas.
- Comunicaciones móviles.
- Comunicaciones por satélites.
- Servicios Móviles aplicados a Discapacitados
- Sistemas de Información accesibles con interfaz adaptado para usuarios discapacitados.
- Filtros digitales de onda y banco de filtros.
- Procesado digital de la señal en comunicaciones.
- Caracterización óptica de materiales de interés en optoelectrónica.
- Área de Sonido e Imagen

Y respecto a la segunda, estas son las áreas de investigación más relevantes:

- Análisis y control de ruido acústico y vibraciones.
- Acústica arquitectónica.
- Ultrasonidos.
- Acústica forense.
- Modelado de señal musical.
- Reconocimiento de voz e identificación de locutores.
- Control activo de ruido.
- Codificación de vídeo.
- Vídeo forense.
- Síntesis de voz.
- Aplicación de la Transformada de Wavelet a la codificación de audio e imagen.

Adicionalmente, existen varios profesores del departamento que trabajan en temas relacionados con el procesamiento de señales/imágenes biomédicas y biometría.

Todas estas disciplinas requieren la adquisición, el procesamiento, la transmisión y/o el almacenamiento de grandes cantidades de datos.

Grupo de Desarrollo e Investigación Electromagnética (DIEMAG).

Diseño electrónico en alta frecuencia, antenas, osciladores, amplificadores, métodos numéricos en electromagnetismo, caracterización de materiales en radiofrecuencia, nuevas tecnologías en la enseñanza, innovación educativa.

Departamento de Lingüística Aplicada a la Ciencia y la Tecnología (DLACT) [ETSIT y ETSIST]

El Departamento de Lingüística Aplicada a la Ciencia y a la Tecnología (DLACT) está compuesto por profesorado distribuido en todas las Escuelas de la UPM. Los profesores adscritos a la ETSIT-UPM son 5 (1 Profesora Titular de Universidad, 2 Profesores Ayudantes Doctores y 2 Profesores Asociados), todos ellos trabajando en el área de conocimiento de Lingüística Aplicada.

Estos profesores del departamento han participado en la creación y coordinación de nuevas titulaciones de grado (Grado en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación, Grado en Ingeniería Biomédica) y de posgrado (Máster en Ingeniería Biomédica). Actualmente, la sección del Departamento DLACT en la ETSIT imparte docencia en 4 asignaturas en 3 titulaciones de la Universidad Politécnica de Madrid.

Por su parte, en la ETSIST, el departamento cuenta con 4 profesores (1 Profesora Catedrática de Escuela, 1 Profesora Titular de Universidad, 1 Profesora Titular de Escuela Universitaria y un Profesor Asociado). Se imparte docencia en cuatro asignaturas de cuatro grados y un doble grado. También se colabora en los seminarios de investigación del Máster de Ingeniería de Sistemas y Servicios para la Sociedad de la Información (en extinción) y en la formación transversal del programa de doctorado.

7 Recursos materiales y servicios

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

La ETSIT-UPM y la ETSIST-UPM disponen de una serie de medios materiales y de servicios que permiten abordar la impartición de la titulación del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos. Todo ello sin dejar de atender la docencia del resto de titulaciones y otros compromisos docentes, tales como estudios de Grado, otros másteres oficiales y participación en títulos intercentros de la UPM y programas de Doctorado.

Esos medios y servicios incluyen los específicamente docentes, pero también los dedicados a las actividades de investigación y desarrollo de ambos centros, que de forma directa o indirecta son también utilizados en la docencia de las diversas titulaciones que se imparten.

En la Tabla 41 se resumen el tamaño y la distribución de los espacios que los dos centros responsables del título tienen asignados a estas funciones.

Tabla 41. Espacios de ETSIT-UPM y ETSIST-UPM asignados a docencia.

Uso	ETSIT		ETSIST	
	Cantidad	Superficie (m ²)	Cantidad	Superficie (m ²)
Zona I+D	-	9.200	15	3.102,68
Despachos	170	5.400	148	2.961,12
Laboratorios docentes	22	3.000	67	3.483,24
Aulas	47	3.300	24	2.599,58
Biblioteca	1	1.700	2	82,82
Salas de reunión	19	1.400	9	354,78
Salas de asociaciones de estudiantes	15	540	14	281,07

En un título donde se pretende formar profesionales con capacidad de desarrollar y abordar proyectos e ingeniería, es importante disponer de laboratorios donde los estudiantes puedan realizar sus actividades de carácter práctico. En este sentido, destacan los siguientes laboratorios que darán cabida a las actividades prácticas.

Las siguientes tablas muestran los laboratorios docentes disponibles que se usarán en la impartición del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos en la ETSIT y ETSIST, indicando las materias que harán uso de los laboratorios.

Tabla 42. Laboratorios docentes de la ETSIT-UPM que se emplearán en el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Laboratorio	Número de puestos	Equipamiento más importante	Materia
B043 (Sistemas Electrónicos)	45 puestos de dos personas	Hardware: PC (Intel i5), multímetro, generador de funciones, fuente de alimentación y osciloscopio. Placas de prototipado con diversos sistemas electrónicos para adquisición y procesamiento de datos:	M3.1, M4.1, M5.2, M7.1

		FPGAs, Raspberry Pi, SenHat, Arduino, etc. Software: Varios sistemas operativos, programas de Office, herramientas de diseño y programación de sistemas electrónicos (Eclipse con compilación cruzada, Xilinx, etc.).	
B042 (Sistemas Electrónicos)	25 puestos de dos personas	Hardware: PC (Intel i5), multímetro, generador de funciones, fuente de alimentación y osciloscopio. Placas de prototipado con diversos sistemas electrónicos: FPGAs, Raspberry Pi, etc. Software: Varios sistemas operativos, programas de Office, herramientas de diseño y simulación de circuitos (LTSpice, PSpice, Orcad, Xilinx,...).	M3.1, M4.1, M7.1
A-127	3 salas con 40 y 24 puestos	Hardware: 40+24 PCs con Linux Espacio para conexión de portátiles de estudiantes y acceso remoto a equipos de laboratorio Software: entornos de desarrollo de programación de lenguajes como Java, Javascript, Python, C, ADA, Ruby, perl, etc.; entornos de desarrollo de aplicaciones móviles como Android SDK e iOS SDK; o herramientas de virtualización como VirtualBox, Vagrant, DOckers, VNX, etc.	M3.1, M3.2, M5.1, M5.2, M7.1
B-123	3 salas con 33, 35 y 21 puestos	Hardware: 33 PCs con Linux + 35 PCs con Linux + 21 ordenadores Apple Espacio para conexión de portátiles de estudiantes y acceso remoto a equipos de laboratorio Software: entornos de desarrollo de programación de lenguajes como Java, Javascript, Python, C, ADA, Ruby, perl, etc.; entornos de desarrollo de aplicaciones móviles como Android SDK e iOS SDK; o herramientas de virtualización como VirtualBox, Vagrant, DOckers, VNX, etc.	M3.1, M3.2, M5.1, M5.2, M7.1
Bioingeniería y telemedicina	10	PC con software MATLAB, IDL, BIOPAC Student Lab	M4.2, M5.2, M7.1

		Equipo de adquisición de señales Biomedicas BIOPAC MP30	
Laboratorio de Robótica	10	Ordenadores, robots e-pucks, interfaces bluetooth para comunicación con los robots y diferente material para crear entornos robóticos	M5.2, M7.1
Laboratorio de Control	10	Ordenadores, osciloscopios, generadores de señal, fuentes de alimentación, motores, calculadores analógicos, tarjetas de adquisición de datos, tarjetas de interconexión.	M5.2, M7.1
Instrumentación virtual/Biosensores	8	Ordenador con Tarjeta de adquisición de datos Generador de funciones Fuente de alimentación Analizador dinámico de señales Osciloscopio Polímetro de sobremesa	M4.2, M5.2, M7.1
Laboratorio de señal y aprendizaje automático	47 en sala grande + 17 en sala pequeña	Hardware: 64 PC de altas prestaciones incluyendo Intel® Core™ i7-6700, 32 GB de SDRAM DDR4 (2 x 16), HDD: 1 disco SSD 500 GB + SATA de 1 TB, GPU: NVIDIA GeForce GTX 1050 de 4GB, S.O.: Windows 10 Software: Matlab, Office, CST Studio Suite, Camtasia, Adobe Premiere, Adobe Audition, Adobe Acrobat, microWave Wizard, ArcGIS, Python, R	M1.2, M4.2, M5.1, M5.2
Laboratorio de aplicaciones multimedia	6 puestos	Software: MPEG2 Stream Explorer by R&S Hardware: codificadores / decodificadores MPEG2 para DVB, analizadores de espectro HP 8595E, medidores y amplificadores	M4.2, M5.1, M5.2
Laboratorio de Ingeniería Eléctrica	8	Hardware: Instrumentación electrónica: fuentes de alimentación, osciloscopios, analizadores de red, multímetros. Máquinas eléctricas: transformadores monofásicos y trifásicos, máquinas síncronas y asíncronas, máquinas de corriente continua, servos, motores paso a paso, etc. Sistema de generación híbrido fotovoltaico-eólico.	M5.2, M7.1

		Baterías, reguladores de carga e inversores fotovoltaicos autónomos. Software: MATLAB-Simulink, pSIM	
Matemática aplicada	20	Ordenadores de sobremesa	M1.1
Aula HP	27	Ordenadores de sobremesa	M1.1, M2.1, M4.2, M5.1, M7.1

Tabla 43. Laboratorios docentes de la ETSIST-UPM que se emplearán en el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Laboratorio	Número de puestos	Equipamiento más importante	Materia
8211 (Sistemas Electrónicos)	20 puestos de dos personas	Hardware: PC, multímetro, generador de funciones, fuente de alimentación y osciloscopio. Placas de prototipado con diversos sistemas electrónicos para adquisición y procesado de datos: ARM, Raspberry Pi, Arduino, etc. Software: Varios sistemas operativos, programas de Office, herramientas de diseño y programación de sistemas electrónicos (Keil, Altera, etc.).	M3.1, M4.1, M5.2, M7.1
8215 (Instrumentación)	10 puestos de dos personas	Ordenador con Tarjeta de adquisición de datos Generador de funciones Fuente de alimentación Analizador dinámico de señales Osciloscopio Polímetro de sobremesa Software: Varios sistemas operativos, Office, herramientas de diseño y simulación de circuitos (LabView, Spice, PSpice, Orcad, Altera, etc.)	M3.1, M4.1, M7.1
8217 (procesadores)	20 puestos de 2 personas	Hardware: PC, multímetro, generador de funciones, fuente de alimentación y osciloscopio. Placas de instrumentación y prototipado con diversos sistemas electrónicos.	M3.1, M4.1, M7.1
Módulo F y Módulo E	30 puestos individuales en cada laboratorio	Hardware: 30 PC de altas prestaciones incluyendo Intel® Core™ i7-6700, 32 GB de SDRAM	M3.1, M3.2, M5.1,

		DDR4 (2 x 16), HDD: 1 disco SSD 500 GB + Software: Matlab, Office, Herramientas específicas de programación	M7.1, M5.2, M4.2
8308A	20 puestos individuales	Hardware: PCs de altas prestaciones con todas las herramientas SW necesarias para el desarrollo de las prácticas. Rack con diferentes tipos de Routers para gestionar y configurar redes.	M3.1, M3.2, M5.1, M7.1
Análisis de Circuitos	12 puestos de dos personas	12 PCs, multímetros, generadores de funciones, fuentes de alimentación y osciloscopios.	M4.1
Procesado Digital de la Señal	20 puestos individuales	Hardware: 20 PCs Software: Matlab, Office, Python	M3.2, M4.1, M4.2
Aulas Informáticas	27 en sala grande + 24 en sala pequeña	Hardware: 51 PCs Software: Matlab, Office, Python	M3.2, M4.1, M4.2
Matemáticas	32 personas	Ordenadores de sobremesa	M1.1 M1.2

Las aulas tienen un aforo de entre 20 y 156 alumnos cada una, totalizando 3.000 puestos entre todas. Todas las aulas disponen de una dotación mínima de cañón de proyección, aire acondicionado y conexión WiFi, mientras que algunas poseen dotación suplementaria, como mesas de reunión, medios audiovisuales con posibilidad de realizar videoconferencias, etc.

Partiendo de las horas de clases prácticas de laboratorio de cada materia, las tablas 44 y 45 muestran el porcentaje de utilización de los laboratorios por parte de la titulación de Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos en cada centro, indicando el número de grupos de laboratorio que caben en cada laboratorio. El porcentaje de uso de los laboratorios es inferior al 9 y 12% en ETSIT y ETSIST, respectivamente. Se han considerado grupos de prácticas de 20 alumnos, y considerando una disponibilidad máxima de 1500 horas/año de cada laboratorio.

La ocupación actual de los laboratorios en el resto de titulaciones que se imparten en los centros hacen viable los recursos de laboratorio necesarios para la titulación de Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Tabla 44. Uso de los laboratorios en el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos (ETSIT).

Laboratorios	Número de grupos que caben en cada laboratorio	Porcentaje de utilización de los laboratorios
B043 (Sistemas Electrónicos)	4	4,4%
B042 (Sistemas Electrónicos)	4	2,5%

A-127	6	6,8%
B-123	6	6,1%
BIO y Telemedicina	1	0,9%
Robótica	1	1,7%
Control	1	0,5%
Instrumentación virtual/Biosensores	1	2,0%
Lab señal y aprendizaje automático	4	8,7%
Aplicaciones multimedia	1	6,3%
Ingeniería Eléctrica	1	1,5%
Matemática Aplicada	2	0,4%
Aula HP	2	1,0%

Tabla 45. Uso de los laboratorios en el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos (ETSIST).

Laboratorios	Número de grupos que caben en cada laboratorio	Porcentaje de utilización de los laboratorios
8211 (Sistemas Electrónicos)	5	6,9%
8215 (Instrumentación)	3	3,7%
8217 (procesadores)	2	2,9%
Módulo E	7	9,0%
Módulo F	8	11,6%
8308A	3	6,0%
Análisis de Circuitos	1	1,1%
Procesado Digital de la Señal	2	3,3%
Aulas Informáticas	3	4,5%
Matemáticas	5	6,6%

Bibliotecas

La biblioteca de la ETSIT-UPM pone a disposición de los estudiantes un fondo especializado en las disciplinas de la titulación de unos 30.000 textos en formato de libro, además de numerosos volúmenes en otros formatos: Vídeos, CDs, DVDs. etc. Dispone de una sala clásica con 460 puestos de lectura y una ciberteca con 60 puestos, 40 de ellos con equipamiento informático completo y el resto con tomas de red para portátiles y posibilidad de conexión WiFi. Entre los servicios que ofrece a los estudiantes se encuentra, aparte del préstamo de libros, el préstamo de portátiles, calculadoras gráficas, cámaras de fotos y cámaras de vídeo, el préstamo de recursos para aprendizaje de idiomas o el préstamo de salas de trabajo en grupo.

Dentro de la biblioteca, existen 8 salas para trabajo en grupo, equipadas con mesa, sillas y una pizarra, y con una capacidad de 6 personas cada una.

Además de las salas de estudio de la biblioteca, la ETSIT-UPM dispone de una amplia zona habilitada para el trabajo en grupo de estudiantes con acceso WiFi, y tomas de red eléctrica.

La Biblioteca de la ETSIT-UPM dispone de tres equipos completos de trabajo para personas con discapacidad. Disponen de software específico y equipamiento dotado de accesorios adaptados.

Por otro lado, la Biblioteca del Campus Sur de la UPM, donde se ubica la ETSIST-UPM, con una superficie total útil de 4.986 m², distribuidos en cuatro plantas, ofrece servicio para los más de 4000 estudiantes y 360 docentes e investigadores que desarrollan en este Complejo Politécnico su actividad.

Dispone de los siguientes recursos:

- 774 puestos de lectura
- 77 puestos informáticos
- 66.358 libros
- 754 títulos de revistas
- 11.746 PFCs
- 1.076 DVDs y vídeos
- Sala informática
- Mediateca
- Salas de trabajo en grupo con capacidad para unas 15 personas
- Hemeroteca
- Sala de investigadores
- Sala polivalente
- Acceso a WIFI en todos los espacios

Asociaciones de estudiantes

En la ETSIT-UPM existen también asociaciones de estudiantes con objetivos de muy diversa índole: técnico-profesionales (EURIELEC, IEEE, etc.), culturales (música, teatro, cine, etc.), deportivos, etc. con locales de uso exclusivo y medios puestos a su disposición.

Hace bastantes años, la ETSIT-UPM, donde se ubican los recursos y servicios utilizados para este título, emprendió un plan de actuación para conseguir la accesibilidad universal. Este plan resultó ser una tarea bastante costosa, dada la complejidad de la estructura arquitectónica de la escuela, pero una vez concluido ha llevado a que, en la actualidad, se cumplan los requisitos de accesibilidad universal. Por todo lo anterior, se considera que los medios materiales de que dispone el Centro son suficientes para llevar a cabo toda la actividad docente requerida por la titulación de Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

En la ETSIST-UPM las asociaciones de estudiantes promueven una gran variedad de actividades culturales, deportivas y de ocio. Constituyen un elemento dinamizador de la universidad en el que los estudiantes pueden desarrollar habilidades creativas y cultivar las relaciones personales.

En la ETSIST-UPM desarrollan actividades 10 asociaciones, todas ellas legalmente constituidas e inscritas en el Registro General de Asociaciones de la UPM:

- Asociación de Actividades Culturales (KULTURALES)
- Asociación de Electrónica (AETEL)
- Asociación de Fotografía - Cine Amateur Teleco (CAT)
- Asociación de Montaña y Ecología (MÓNTATE)

- Asociación de Radio Teleco (ART)
- Asociación de Sonido Teleco (AST)
- Asociación Universitaria de Artes Marciales (UNIARMA)
- Asociación de Programación y Telemática (ProgramaTel!)
- BEST
- Club Deportivo

7.2 Previsión de adquisición de los recursos materiales y servicios necesarios

Anualmente, se realizan inversiones para asegurar la mejora continua de los recursos docentes. La Universidad Politécnica de Madrid asigna anualmente a cada Centro un presupuesto para adquisición de equipamiento inventariable y fungible de laboratorio para la mejora de los recursos docentes, como indica la siguiente tabla.

Dado que no se prevé que sea necesaria la puesta en marcha de nuevos laboratorios, puesto que los recogidos en la sección de justificación de medios es suficiente, con los presupuestos de los próximos años en recursos docentes será suficiente para garantizar la impartición del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos. En todo caso, si necesario se proveerán los fondos adicionales requeridos para garantizar la impartición de la docencia del nuevo Grado.

Tabla 46. Asignaciones presupuestarias para recursos docentes que la UPM ha asignado a ETSIT-UPM y ETSIST-UPM en los últimos años.

Año	Centro	Equipamiento docente	Fungible
2017	ETSIT-UPM	118.388,10 €	39.462,70 €
	ETSIST-UPM	57.071,30 €	19.023,77 €
2018	ETSIT-UPM	93.055,94 €	31.018,65 €
	ETSIST-UPM	51.224,06 €	17.074,69 €
2019	ETSIT-UPM	88.915,52 €	16.166,46 €
	ETSIST-UPM	47.825,40 €	--

Además, cuando es necesario, las direcciones de ETSIT-UPM y ETSIST-UPM, así como los Departamentos, complementan dichas partidas para mantener actualizados los laboratorios docentes. Las direcciones de las Escuelas, a través de las Subdirecciones de Asuntos Económicos e Infraestructuras asignan fondos para el mantenimiento de aulas, proyectores y otras infraestructuras docentes comunes.

8 Resultados previstos

8.1 Valores cuantitativos estimados para los indicadores y su justificación

Los resultados previstos para las diferentes tasas se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 47. Valor estimado de los indicadores para el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.

Tasa de Graduación	>= 40 %
Tasa de Abandono	<= 20 %
Tasa de Eficiencia	>= 80 %

Los números especificados se han estimado calculando los valores promedio de estos parámetros de los últimos cursos en las titulaciones de Graduado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación (GITST, ETSIT), del Grado en Ingeniería Biomédica (GIB, ETSIT), y Grado en Ingeniería Telemática (GTL, ETSIST). La aplicación de nuevas metodologías docentes y la experiencia acumulada de los profesores en estos Grados, harán que las tasas mejoren respecto de los Grados actuales.

Tabla 48. Valor de los indicadores del Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación en los cursos 2016/17 y 2017/18.

Tasa	GITST 2017/18	GITST 2016/17	Valor medio
Tasa de Graduación	38,64 %	29,35 %	34,00%
Tasa de Abandono	21,28 %	20,97 %	21,13%
Tasa de Eficiencia	80,65 %	84,35 %	82,50%

Tabla 49. Valor de los indicadores del Grado en Ingeniería Biomédica en los cursos 2016/17 y 2017/18.

Tasa	GIB 2017/18	GIB 2016/17	Valor medio
Tasa de Graduación	77,08 %	75,00 %	76,04%
Tasa de Abandono	16,95 %	20,97 %	18,96%
Tasa de Eficiencia	92,70 %	88,64 %	90,67%

Tabla 50. Valor de los indicadores del Grado en Ingeniería Telemática en los cursos 2016/17 y 2017/18.

Tasa	GTL 2017/18	GTL 2016/17	Valor medio
Tasa de Graduación	9,7%	6,2%	7,95%
Tasa de Abandono	37,1 %	36,9 %	37%
Tasa de Eficiencia	79,7 %	82,4 %	81,05%

8.2 Progreso y resultados de aprendizaje

El SGIC de la ETSIT-UPM y de la ETSIST-UPM dispone de varios procedimientos relacionados con el proceso enseñanza-aprendizaje. Por un lado, la planificación de la docencia para los diferentes semestres, que podemos encontrar en el PR/CL/001 Coordinación de las Enseñanzas, y el procedimiento PR/ES/003 Seguimiento de Títulos Oficiales para realizar el seguimiento anual de

las titulaciones oficiales del centro, a fin de garantizar la calidad del programa formativo, facilitando su evaluación y mejora, con la recogida y análisis de toda la información relativa a cada uno de los componentes del título. El PR/ES/001 - Elaboración y revisión del Plan Anual de Calidad realiza un análisis y seguimiento de las distintas titulaciones incorpora las mejoras e indicadores necesarios para su seguimiento definidos en el procedimiento anteriormente descrito. Por último, el PR/SO/008 - Sistema de encuestación UPM (Encuestas al PAS, PDI y Alumnos, Egresados y Empleadores) se analiza el nivel de satisfacción de los PDI y alumnos respecto a los resultados de aprendizaje definidos y obtenidos.

Los indicadores relativos a este procedimiento incluyen, además de los indicadores de satisfacción, los indicadores definidos en el RD 1393/2007, las tasas relativas respecto de la memoria verificada, los indicadores de proceso (tasas de eficiencia y de éxito, de la convocatoria, acumulada, y de cursos anteriores; y tasa de absentismo de la convocatoria) y los indicadores de resultado (porcentaje de informes de asignatura cumplimentados sobre el total de asignaturas y porcentaje de informes de semestre cumplimentados).

Como apoyo a ambos procedimientos, coordinación de las enseñanzas y seguimiento de titulaciones la UPM ha implantado una plataforma telemática, GAUSS, que permite la gestión y documentación de la planificación y seguimiento de las asignaturas, los semestres y las titulaciones.

GAUSS permite que los coordinadores de las asignaturas rellenen las guías de aprendizaje (profesorado, temario, cronograma, actividades y criterios de evaluación, recursos didácticos...) y los informes de las asignaturas tras su impartición en cada semestre (proporcionando información sobre los principales indicadores académicos: perfil de los alumnos matriculados, tasas de resultados académicos de la asignatura, resultados reflejados en actas, evolución de las tasas durante los últimos cursos y comparativa con otras asignaturas del mismo semestre; y permitiendo que los coordinadores comenten los resultados de las mejoras propuestas en el curso anterior, valoren los resultados de la evaluación continua y la evaluación final –especialmente las tasas de rendimiento, éxito y absentismo-, valoren la coordinación horizontal y vertical con otras asignaturas y propongan mejoras para el curso siguiente).

También facilita que los coordinadores de semestre y de las titulaciones puedan incorporar los comentarios, explicaciones, propuestas... dentro de su ámbito de coordinación. Los informes telemáticos de las asignaturas, semestre y titulación recogidos en GAUSS reflejan la información de las actas de las reuniones semestrales de profesores y alumnos para analizar, coordinar y planificar las asignaturas antes y después de su impartición.

La aplicación GAUSS permite a los coordinadores de las distintas asignaturas la cumplimentación de las Guías de Aprendizaje de una manera flexible, así como la revisión y aprobación por parte del Director de Departamento y el Coordinador de Titulación o el Jefe de Estudios correspondiente. El PDF generado sirve para cumplir la obligatoriedad de publicar las Guías de Aprendizaje de las asignaturas 15 días antes del comienzo del periodo de matrícula. El proceso que sigue una Guía de Aprendizaje en la aplicación GAUSS sigue el siguiente flujo de trabajo:

- GAUSS informa al Coordinador de la Titulación o al Jefe de Estudios de la misma, y al Director de cada Departamento implicado de la apertura del plazo de cumplimentación de la Guía de Aprendizaje de las asignaturas que tienen asignadas.

- El Departamento asigna un coordinador y designa unos profesores para cada una de esas asignaturas.
- El Coordinador cumplimenta la Guía y la valida.
- El Director del Departamento la aprueba, si procede.
- El Coordinador de la Titulación o al Jefe de Estudios la aprueba definitivamente, si procede.

A través de la aplicación GAUSS, los Coordinadores de las Asignaturas podrán cumplimentar los Informes de Asignatura, en los que indicarán, a la vista de los resultados obtenidos, sus valoraciones sobre el desarrollo de la asignatura y plantearán las propuestas de mejora para el siguiente curso académico.

Posteriormente habrá una revisión y aprobación por parte del Director de Departamento y del Coordinador de Titulación o Jefe de Estudios correspondiente. El proceso que sigue un Informe de Asignatura en la aplicación es similar:

- GAUSS informa al Coordinador de la Titulación o al Jefe de Estudios de la misma, y al Director de cada Departamento implicado de la apertura del plazo de cumplimentación de los informes de las asignaturas que tienen asignadas.
- El Departamento asigna los coordinadores para cumplimentar el informe de cada una de esas asignaturas (típicamente serán los coordinadores encargados de haber rellenado las guías, salvo que haya habido alguna incidencia durante el desarrollo del curso).
- El Coordinador cumplimenta el informe y lo valida.
- El Director del Departamento lo aprueba, si procede.
- El Coordinador de la Titulación o al Jefe de Estudios lo aprueba definitivamente, si procede.

La aplicación GAUSS permite la cumplimentación de los diferentes Informes de Semestre por parte de los Presidentes de las Comisiones de Coordinación Académica de Curso o Semestre (CCA). Tras reunirse estas y partiendo de los Informes de Asignatura, añadirán las valoraciones sobre el desarrollo del semestre y plantearán las propuestas de mejora para el siguiente curso. La aprobación del Informe de Semestre será realizada por el Coordinador de la Titulación o el Jefe de Estudios, siendo el encargado de reflejar en la aplicación la decisión tomada por la Comisión de Ordenación Académica, o el Órgano Colegiado correspondiente, respecto de su aprobación o no. El proceso que sigue un Informe de Semestre en la aplicación es el siguiente:

- GAUSS informa al Coordinador de la Titulación o al Jefe de Estudios de la misma de la apertura del plazo de cumplimentación de los informes de semestre de la titulación.
- El Coordinador o Jefe de Estudios asigna Presidente, de acuerdo con lo aprobado por la Comisión de Ordenación Académica y la Junta de Escuela.
- El Presidente de cada Comisión asigna los miembros de su Comisión de Coordinación académica, gestiona las reuniones y cumplimenta el informe y lo valida.
- El Coordinador de la Titulación o al Jefe de Estudios lo aprueba definitivamente, si procede.

La aplicación GAUSS permite a los Jefes de Estudios y a los Responsables de la Titulación de las distintas titulaciones, la cumplimentación de los Informes anuales de titulación de una manera flexible.

Los Informes de Titulación serán aprobados telemáticamente únicamente por el Jefe de Estudios y deberá hacerlo, una vez se ha cumplimentado y validado el Informe y tras ser elevado a la Comisión de Ordenación Académica del Centro (COA) y a la Junta de Escuela o Facultad (JE).

Una vez lo haga, podrá aprobar los Informes en la sección de Aprobación. Como indica la normativa de la UPM, los informes han de ser remitidos a los vicerrectorados implicados una vez han sido aprobados. Éste requisito se considera satisfecho gracias a la plataforma GAUSS y no será necesario su envío por parte de las jefaturas de estudios.

El proceso que deben cumplir los distintos Informes de Titulación es el siguiente:

- GAUSS informa al Coordinador de la Titulación o al Jefe de Estudios de la misma de la apertura del plazo de cumplimentación del informe de la titulación.
- El Coordinador o Jefe de Estudios cumplimenta el informe y lo valida.
- El Jefe de Estudios lo aprueba definitivamente, si procede, previa aprobación por la COA y la Junta del Centro.

9 Sistemas de Garantía de Calidad

El Sistema de Garantía de Calidad del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos de la Universidad Politécnica de Madrid es el que está implantado en las Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación (ETSIT) y Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación (ETSIST) como Sistema de Garantía Interno de Calidad (SGIC), el mismo que para todos los títulos que coordina la ETSIT-UPM. El diseño del SIGC fue aprobado por ANECA en marzo de 2010 dentro del programa AUDIT de ANECA.

Toda la información de los SIGC de los centros responsables puede encontrarse en:

SGIC de la ETSIT-UPM: <http://www.etsit.upm.es/escuela/calidad/descripcion.html>

SGIC de la ETSIST-UPM: <https://www.etsist.upm.es/escuela/calidad>

9.1 Responsables del Sistema de Garantía de Calidad del plan de estudios

Toda la información de los SIGC de los centros responsables puede encontrarse en:

SGIC de la ETSIT-UPM: <http://www.etsit.upm.es/escuela/calidad/descripcion.html>

SGIC de la ETSIST-UPM: <https://www.etsist.upm.es/escuela/calidad>

9.2 Procedimientos de evaluación y mejora de la calidad de la enseñanza y el profesorado

Toda la información de los SIGC de los centros responsables puede encontrarse en:

SGIC de la ETSIT-UPM: <http://www.etsit.upm.es/escuela/calidad/descripcion.html>

SGIC de la ETSIST-UPM: <https://www.etsist.upm.es/escuela/calidad>

9.3 Procedimiento para garantizar la calidad de las prácticas externas y los programas de movilidad

Toda la información de los SIGC de los centros responsables puede encontrarse en:

SGIC de la ETSIT-UPM: <http://www.etsit.upm.es/escuela/calidad/descripcion.html>

SGIC de la ETSIST-UPM: <https://www.etsist.upm.es/escuela/calidad>

9.4 Procedimientos de análisis de la inserción laboral de los graduados y de la satisfacción con la formación recibida por parte de los egresados

Toda la información de los SIGC de los centros responsables puede encontrarse en:

SGIC de la ETSIT-UPM: <http://www.etsit.upm.es/escuela/calidad/descripcion.html>

SGIC de la ETSIST-UPM: <https://www.etsist.upm.es/escuela/calidad>

9.5 Procedimiento para el análisis de la satisfacción de los distintos colectivos implicados (estudiantes, personal académico y de administración y servicios, etc.) y de atención a la sugerencias y reclamaciones

Toda la información de los SIGC de los centros responsables puede encontrarse en:

SGIC de la ETSIT-UPM: <http://www.etsit.upm.es/escuela/calidad/descripcion.html>

SGIC de la ETSIST-UPM: <https://www.etsist.upm.es/escuela/calidad>

9.6 Criterios específicos en el caso de extinción del Título

Toda la información de los SIGC de los centros responsables puede encontrarse en:

SGIC de la ETSIT-UPM: <http://www.etsit.upm.es/escuela/calidad/descripcion.html>

SGIC de la ETSIST-UPM: <https://www.etsist.upm.es/escuela/calidad>

9.7 Mecanismos para asegurar la transparencia y la rendición de cuentas

Toda la información de los SIGC de los centros responsables puede encontrarse en:

SGIC de la ETSIT-UPM: <http://www.etsit.upm.es/escuela/calidad/descripcion.html>

SGIC de la ETSIST-UPM: <https://www.etsist.upm.es/escuela/calidad>

10 Calendario de implantación

10.1 Cronograma de implantación del título

Se prevé la creación de dos grupos, uno en la ETSIT y otro en la ETSIST.

Se prevé que el primer año de implantación en la ETSIT-UPM y la ETSIST-UPM será el correspondiente al curso inmediatamente posterior a recibir la verificación del Grado.

Si, por razones técnicas o administrativas, no se pudiera abrir el grupo de la ETSIST en el primer curso, el calendario de implantación en la ETSIST se desplazaría, para este grupo, todas las fechas a partir de aquel curso en el que se comenzara a impartir el primer grupo de la ETSIT.

Una vez aprobada la verificación del título, la previsión es el Plan de Estudios se implante de acuerdo con el siguiente calendario:

- Curso 2020/21: Comienza la impartición del primer curso
- Curso 2021/22: Comienza la impartición del segundo curso
- Curso 2022/23: Comienza la impartición del tercer curso
- Curso 2023/24: Comienza la impartición del cuarto curso

Si, por razones técnicas o administrativas, no se pudiera abrir el grupo de la ETSIST en el curso 2020/21, el calendario de implantación en la ETSIST se desplazaría, para este grupo, todas las fechas a partir de aquel curso en el que se comenzara a impartir el primero.

10.2 Procedimiento de adaptación

No aplica.

10.3 Enseñanzas que se extinguen

No aplica.

Tabla 1. Módulos del Plan de Estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.....	8
Tabla 2. Grados implantados en el ámbito de la Ingeniería y Ciencia de Datos en universidades fuera de España.....	18
Tabla 3. Grados implantados en el ámbito de la Ingeniería y Ciencia de Datos en universidades en España.	20
Tabla 4. Grados propuestos en el ámbito de la Ingeniería y Ciencia de Datos en universidades en España.	21
Tabla 5. Másteres implantados en el ámbito de la Ingeniería y Ciencia de Datos en universidades en España.....	21
Tabla 6. Diferencia en ECTS con los grados en Ingeniería de Telecomunicación.....	40
Tabla 7. Diferencia en ECTS con los grados en Ingeniería Informática.	41
Tabla 8. Competencias básicas del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.....	43
Tabla 9. Competencias generales del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.....	43
Tabla 10. Competencias específicas del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.....	44
Tabla 11. Acuerdos de movilidad actuales de la ETSIT-UPM y número de plazas que aplican al Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.....	63
Tabla 12. Acuerdos de movilidad actuales de la ETSIST-UPM y número de plazas que aplican al Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.....	66
Tabla 13. Tipología de los ECTS del Plan de Estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.	71
Tabla 14. Módulos que integran el Plan de Estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.	74
Tabla 15. Módulos y materias que integran el Plan de Estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.	74
Tabla 16. División en módulos, materias y asignaturas del Plan de Estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.	77
Tabla 17. Relación entre competencias básicas y generales y materias del Plan de Estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.....	79
Tabla 18. Relación entre competencias específicas y materias del Plan de Estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.	80
Tabla 19. Secuenciación del Plan de Estudios del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos por módulos y asignaturas.	81
Tabla 20. Prácticas en Empresas realizadas por estudiantes de la ETSIT-UPM y ETSIST-UPM en los últimos cursos académicos.	86
Tabla 21. Relación de acuerdos de prácticas académicas externas.....	86
Tabla 22. Relación entre actividades formativas y metodologías docentes empleadas en el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.....	103
Tabla 23. Categorías de profesorado ETSIT-UPM y dedicación del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.	162
Tabla 24. Categorías de profesorado ETSIST-UPM y dedicación del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.	162
Tabla 25. Quinquenios y sexenios de profesorado ETSIT-UPM en el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.	163
Tabla 26. Quinquenios y sexenios de profesorado ETSIST-UPM en el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.	163
Tabla 27. Datos de figuras de profesorado por Departamento en la ETSIT-UPM.	165
Tabla 28. Datos de figuras de profesorado por Departamento en la ETSIST-UPM.....	166

Tabla 29. Datos de quinquenios docentes y sexenios de investigación por Departamento de la ETSIT-UPM.....	167
Tabla 30. Datos de quinquenios docentes y sexenios de investigación por Departamento de la ETSIST-UPM.	168
Tabla 31. Perfiles docentes de la ETSIT-UPM que impartirán el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.	172
Tabla 32. Perfiles docentes de la ETSIST-UPM que impartirán el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.	183
Tabla 33. Evolución de las horas por profesor en los cuatro primeros años del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos (ETSIT-UPM).	188
Tabla 34. Evolución de las horas por profesor en los cuatro primeros años del Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos (ETSIST-UPM).	188
Tabla 35. Grupos de los Técnicos de Laboratorio del Personal de Administración y Servicios (ETSIT-UPM).	189
Tabla 36. Grupos de los Técnicos de Laboratorio del Personal de Administración y Servicios (ETSIST-UPM).....	189
Tabla 37. Puestos de los Técnicos de Laboratorio del Personal de Administración y Servicios (ETSIT-UPM).	189
Tabla 38. Puestos de los Técnicos de Laboratorio del Personal de Administración y Servicios (ETSIST-UPM).....	189
Tabla 39. Puestos y trienios del Personal de Administración y Servicios (ETSIT-UPM).	190
Tabla 40. Puestos y trienios del Personal de Administración y Servicios (ETSIST-UPM).	191
Tabla 41. Espacios de ETSIT-UPM y ETSIST-UPM asignados a docencia.	208
Tabla 42. Laboratorios docentes de la ETSIT-UPM que se emplearán en el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.	208
Tabla 43. Laboratorios docentes de la ETSIST-UPM que se emplearán en el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.	211
Tabla 44. Uso de los laboratorios en el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos (ETSIT).	212
Tabla 45. Uso de los laboratorios en el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos (ETSIST).	213
Tabla 46. Asignaciones presupuestarias para recursos docentes que la UPM ha asignado a ETSIT-UPM y ETSIST-UPM en los últimos años.	215
Tabla 47. Valor estimado de los indicadores para el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos.	216
Tabla 48. Valor de los indicadores del Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación en los cursos 2016/17 y 2017/18.	216
Tabla 49. Valor de los indicadores del Grado en Ingeniería Biomédica en los cursos 2016/17 y 2017/18.	216
Tabla 50. Valor de los indicadores del Grado en Ingeniería Telemática en los cursos 2016/17 y 2017/18.	216