PROPUESTA DE TÍTULO PARA SU INCLUSIÓN EN EL MAPA DE TÍTULOS DE LA U.P.M.

Datos generales

Denominación del título propuesto
Grado en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial

Fecha de aprobación por Junta/s de Escuela/s (Incluir Acuerdo/s de la/s Junta/s y los informes de los Departamentos implicados en la docencia)**: pendiente**

- Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos (Centro responsable del Título y del "Itinerario exclusivo de ETSIINF"): 26 de junio de 2019
- Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos (Centro responsable del "Itinerario exclusivo de ETSISI"): 24 de junio de 2019

Enseñanza de (*señale con una X la opción que corresponda***):**

Grado (X)

Máster ( )

Nº de créditos: 240

Nº de créditos en inglés (sin incluir el TFG): 6

Plazas estimadas de oferta: 50+50 (50 plazas anuales en cada itinerario exclusivo durante los 4 años de implantación del título)

Si procede, denominación de las enseñanzas que se extinguen por la implantación del título propuesto
No procede

Campo Profesional en el que se inscribe el título propuesto

Asigne, señalándolo con una X, el título propuesto a uno o más de los siguientes campos profesionales (clasificación basada en las denominaciones utilizadas en los "Libros Blancos")

Arquitectura e Ingeniería de la Edificación	
Ingeniería Aeronáutica	
Ingeniería Agronómica	
Ingeniería Forestal	
Ingeniería Civil	
Ingeniería Industrial	
Ingeniería Informática	X
Ingeniería de Materiales	
Ingeniería de Minas	
Ingeniería Naval	
Ingeniería Química	
Ingeniería de Telecomunicación	
Ingeniería Geomática y Topográfica	
Ciencias de la Actividad Física y el Deporte	
Ciencias Ambientales	
Otros: Indicar cuál ……..	

Rama de conocimiento la que se adscribe (señálese con una X la única opción que se seleccione**):**

Artes y Humanidades ( )
Ciencias ( )
Ciencias de la Salud ( )
Ciencias Sociales y Jurídicas ( )
Ingeniería y Arquitectura (X)

Centro responsable del título: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos (ETSIINF)

El Plan de Estudios del título se asigna (señálese con una X la única opción que se seleccione**):**

A. A un único Centro ( )
Especifique el nombre del Centro:

B. A varios Centros (X**)**
Especifique sus nombres:

- Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos (Centro responsable del "Itinerario exclusivo de ETSIINF")

- Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería de Software
- Departamento de Inteligencia Artificial
- Departamento de Arquitectura y Tecnología de Sistemas Informáticos
- 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

- Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos (Centro responsable del "Itinerario exclusivo de ETSISI")
  - Departamento de Sistemas Informáticos
  - Departamento de Inteligencia Artificial
  - Departamento de Matemática Aplicada a las TIC
  - Departamento de Lingüística Aplicada a la Ciencia y la Tecnología
  - Departamento de Ingeniería de Organización, Administración de Empresa y Estadística

En el caso de asignarse el Plan de Estudios a varios Centros, se trata de un título:

i) Con Plan de Estudios Compartido[1] ( )

En este caso, especifique el nombre del Centro responsable de la organización y gestión académica de las enseñanzas conducentes al título cuyo Plan de Estudios es compartido por varios Centros:

ii) Con un mismo Plan impartido en su totalidad en distintos Centros[2] ( )

iii) Plan de Estudios Intercentros con itinerarios exclusivos de cada Centro[3] (X)

Cada itinerario se impartirá en su totalidad por profesores adscritos al Centro responsable del mismo, por lo que no aplican los Art. 2 a 9 de la Normativa

---

[1] *Por Planes de Estudio compartidos se entienden aquellos que se regularán según la Normativa que para ello tiene aprobada la UPM.*

[2] *Se entiende por esta opción aquellas titulaciones con Plan de Estudios con un porcentaje de créditos mayoritaria y significativamente común, que conduciendo a un mismo título, se impartan en Centros distintos de la UPM. El Consejo de Gobierno, a tenor de sus características deberá pronunciarse sobre la pertinencia de las mismas.*

[3] *Se entiende por esta opción la definición dada en la* NORMATIVA REGULADORA DE PLANES DE ESTUDIO INTERCENTROS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, aprobada en Consejo de Gobierno el 28 de abril de 2005 B.O.U.P.M. num. 75, abril-junio 2005 y modificada en Consejo de Gobierno de 29 de enero de 2009

Reguladora de Planes de Estudio Intercentros de la UPM.

Tipo de enseñanza previsto (señálese con una X la opción a la que mayoritariamente se ajustará la modalidad de enseñanza prevista**):**

Presencial	**(X)**
Semipresencial	**( )**
No presencial	**( )**

Si se trata de un título que habilite para el ejercicio de actividades profesionales reguladas, indique para qué profesión.
No procede
Referencia/s a la publicación de la/s norma/s reguladora/s:

Referentes Utilizados

Nacionales

Señale la/s titulación/es (oficial/es o propia/s) vigente/s, con características académicas similares al título propuesto y que deben servir de referentes para el despliegue del Plan de Estudios.

Los títulos de grado nacionales del área de la ciencia de datos son todos de muy reciente creación:

Grado en	Universidad
Ciencia de Datos	Politécnica de Valencia
Ciencia de Datos	Valencia
Ciencia de Datos	Pública de Navarra
Ciencia e Ingeniería de Datos	Politécnica de Cataluña
Matemática Computacional y Analítica de Datos	Autónoma de Barcelona
Ingeniería de Datos	Autónoma de Barcelona

Ingeniería Matemática en Ciencia de Datos	Pompeu Fabra
Ciencia e Ingeniería de Datos	Carlos III de Madrid

En otros países

Señale hasta un máximo de cinco titulaciones de similares características académicas que se impartan en otros países europeos e internacionales, que sean conocidas en profundidad y que se hayan considerado como referentes para la titulación que se propone en la UPM.

Titulación	Universidad
B.S. in Data Science	University of California at Irvine (EEUU)
Bachelor in Data Science	University of Michigan (EEUU)
Bachelor in Data Science	University of Warwick (Reino Unido)
Bachelor in Data Analysis and Data Management	Technical University of Dortmund (Alemania)
Bachelor in Data Science	TU Enidhoven (Países Bajos)

Perfiles Profesionales

Sólo en los casos en los que la titulación propuesta esté vinculada al ejercicio profesional dentro de unos campos o ámbitos de actuación específica.

Describa <u>los ámbitos de actuación profesionales</u> más comunes desde una perspectiva española y europea, actual y de futuro, regulados o no regulados,

Justificación del interés académico, científico y profesional

La ciencia de datos es un campo emergente, a caballo entre las matemáticas, la estadística y la informática, que requiere un enfoque multidisciplinar y debe construirse sobre la base de un conjunto de nuevas tecnologías que están generando un efecto transformador en todos los dominios de la industria y de la investigación. Requiere por tanto una nueva reflexión y un rediseño de los programas académicos actuales que, en su mayoría, cubren un conjunto limitado de materias académicas relacionadas con un cuerpo de conocimiento completo de ciencia de datos, abarcando sólo un conjunto limitado y parcial de áreas de conocimiento y perfiles profesionales. Esto crea brechas en el conocimiento y las competencias de los graduados de estos programas que dificultan y/o retrasan su integración como especialistas en datos en un entorno de trabajo real.

Por su parte, la inteligencia Artificial (IA) es un área tradicional de la informática que comparte algunas técnicas con otras disciplinas, como las matemáticas y la estadística o la ciencia cognitiva. Tal y como señala la Estrategia Española de I+D+I en Inteligencia Artificial[4], en este momento la IA es una de las disciplinas que puede influir más en la rápida transición hacia una nueva sociedad y economía. Entre sus recomendaciones, como paso previo a la definición de una Estrategia Nacional para la IA, la Estrategia Española de I+D+I en IA considera incluir la IA en el sistema educativo como palanca de cambio tecnológico del país, así como incluir el conocimiento y uso de la IA en el mercado laboral, para lo cual señala expresamente la necesidad de actualizar los planes de educación para que sean acordes al presente (y futuro) tecnológico en que vivimos, desde la Educación Primaria y Secundaria, pasando por la formación en la Universidad, hasta alcanzar su especialización en el mercado laboral. Para esto último se hace imprescindible crear una oferta educativa especializada a nivel de grado y postgrado.

La relación entre ciencia de datos e IA es incuestionable. Por una parte, la IA provee de técnicas y tecnologías específicas para gestionar, reutilizar y explotar los datos de una institución (pública o privada). Por otra parte, la ciencia de datos desempeña un papel crucial para alcanzar todo el potencial de la IA. Las principales asociaciones internacionales del ámbito, como la Big Data Value Association (BDVA) a través de su informe de abril de 2019[5] y su documento de visión para la creación de un partenariado público privado en IA[6], o el propio Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades en su documento de Estrategia Española de I+D+I en IA, reconocen ya el valor esencial de los datos para permitir alcanzar todo el potencial de la IA y plantean la implementación y adopción de un espacio europeo de compartición de datos que permita la interoperación entre espacios de datos verticales, intersectoriales, personales e industriales, nuevos o existentes. En particular, recomiendan dotar a los nuevos perfiles profesionales relacionados con la ciencia de datos y la IA de las competencias y habilidades necesarias para permitir las necesarias sinergias.

Este grado en Ciencia de Datos e Inteligencia responde a esta necesidad acuciante de formar profesionales versátiles con una sólida base matemática, estadística y de computación, y con habilidades propias de la ingeniería, capaces de hacer frente a los nuevos retos que plantea la creciente demanda de soluciones para adquirir, preparar, curar, almacenar, distribuir, visualizar, analizar y explotar cantidades masivas de datos (big data), y de resolver problemas complejos, facilitar la toma de decisiones y mejorar los procesos productivos mediante soluciones innovadoras que hagan uso de los datos y de técnicas específicas de Inteligencia Artificial, trabajando en equipos multidisciplinares en un entorno tecnológico en rápida evolución y con aplicaciones tan diversas como el marketing digital, la mercadotecnia, las redes sociales, los recursos humanos, el comercio electrónico, la logística, la Internet de las

[4] Estrategia Española de I+D+I en IA, Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, 2019. http://www.ciencia.gob.es/stfls/MICINN/Ciencia/Ficheros/Estrategia_Inteligencia_Artificial_IDI.pdf

[5] Towards a European Data Sharing Space. Enabling data Exchange and unlocking AI ptential. Big Data Value Association BDVA Position Paper. April 2019.

[6] Joint Vision Paper for an Artificial Intelligence Public Private Partnership (AI PPP), BDVA – euRobotics, http://bdva.eu/AIPPP-Vision-paper-PressRelease.

Cosas, la gestión de ciudades inteligentes, la analítica financiera, la biología, la salud o la biomedicina, entre otros.

La Ciencia de Datos y la Inteligencia Artificial tienen también un impacto significativo en el ámbito científico, como también señala la Estrategia Española de I+D+I en IA. La genómica, la física de partículas y el procesado de imágenes médicas o de observación de la Tierra son ejemplos de ámbitos en los que el volumen de información alcanza grandes dimensiones y su tratamiento inteligente es clave para mejorar el conocimiento científico. La formación de científicos de datos con sólidos conocimientos y habilidades en matemáticas, estadística y computación (y en IA en particular), y con habilidades propias de la ingeniería, que les permitan afrontar problemas complejos de algoritmia, modelización, optimización, análisis y visualización de grandes volúmenes de datos es transcendental para el avance de la ciencia. Esta nueva área, a medio camino entre la matemática, la estadística y la informática, recibe constantemente desafíos, cada vez de mayor complejidad, que obligan a sus especialistas a participar en cooperación con los especialistas de otros ámbitos y a tener una gran capacidad de adaptación a una realidad científica cambiante. La universidad, con su esquema de grado, máster y doctorado, es el marco adecuado para formar profesionales con este perfil y esta titulación de graduado/a en ciencia de datos e inteligencia artificial responde perfectamente a estas necesidades en su nivel formativo. El egresado de la titulación podrá además, si así lo desea, profundizar en alguna de las áreas propias o de otra disciplina en el nivel de postgrado, cursando un máster e iniciándose en el mundo de la investigación con un doctorado.

El grado proporciona los conocimientos y competencias necesarias para desempeñar puestos altamente demandados como el de científico de datos, analista de datos, arquitecto de datos, desarrollador de soluciones, ingeniero de datos, especialista en big data, experto en inteligencia artificial, consultor de negocio, etc. Además, capacita para ocupar cargos de responsabilidad en las organizaciones y para asumir el liderazgo de proyectos gracias a una formación específica en gestión de la innovación y habilidades en liderazgo digital. Los egresados podrán ocupar puestos de trabajo en administraciones públicas, instituciones sanitarias públicas y privadas, entidades financieras consultoras, industrias, departamentos de I+D de empresas y organismos públicos de investigación, etc. donde estarán preparados para integrarse en equipos multidisciplinares y colaborar con expertos de diferentes campos (ingenieros, juristas, médicos, economistas, científicos, etc.) para diseñar, implementar y explotar soluciones innovadoras para el tratamiento inteligente de grandes volúmenes de datos, y de utilizar la IA como elemento que facilite la resolución de problemas complejos y mejore los procesos productivos y de toma de decisiones.

Perfil de egresado

El grado en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial tiene por objetivo formar profesionales versátiles con una sólida base científica en matemáticas, estadística y computación, y con habilidades propias de la ingeniería en el campo de las tecnologías de la información. Estos profesionales serán capaces, por un lado, de hacer frente a los nuevos retos que plantea la creciente demanda de soluciones para adquirir, preparar, curar, almacenar, distribuir, visualizar, analizar, validar y explotar a tiempo datos heterogéneos y posiblemente masivos (big data). Por otro lado, serán capaces de enfrentarse a los retos que plantea el uso de la

inteligencia artificial para identificar, definir, modelar y resolver problemas complejos en ese ámbito, facilitar la toma de decisiones y mejorar los procesos productivos mediante soluciones innovadoras. Estos profesionales serán capaces de trabajar en equipos multidisciplinares en un entorno tecnológico en rápida evolución y con aplicaciones tan diversas como el marketing digital, la mercadotecnia, las redes sociales, los recursos humanos, el comercio electrónico, la logística, la Internet de las Cosas, la gestión de ciudades inteligentes, la analítica financiera, la simulación de modelos, la dinámica de fluidos, la biología, la salud, la medicina, la bioingeniería, la física de partículas o los datos de ciencia en general, entre otros.

Perfil de egreso: al finalizar los estudios, el egresado será un profesional con una amplia formación científica, tecnológica y socioeconómica, capaz de diseñar, dirigir y ejecutar de manera integral proyectos multidisciplinares en el ámbito de la ciencia de datos y la inteligencia artificial. Para ello sabrá identificar y utilizar las técnicas y herramientas adecuadas, así como construir las soluciones requeridas, para capturar, gestionar, procesar, analizar y explotar a tiempo grandes volúmenes de datos heterogéneos (big data). Así mismo, estará capacitado para identificar y aplicar técnicas de inteligencia artificial apropiadas para resolver problemas complejos, facilitar la toma de decisiones y mejorar los procesos productivos mediante soluciones innovadoras en la cadena de valor de los datos.

El grado proporciona los conocimientos y competencias necesarias para desempeñar puestos altamente demandados relacionados con la cadena de valor de los datos y la inteligencia artificial, como los de científico de datos, analista de datos, arquitecto de datos, desarrollador de soluciones de big data, especialista en big data, experto en inteligencia artificial, consultor de negocio, director de datos (Chief Data Officer / Head), Chief Information Officer, Chief Intelligence Officer, responsable de Gobierno del Dato, director de soluciones digitales, etc.

De todo ello se derivan los siguientes objetivos:

OBJ. 1. Dotar a los egresados de una sólida base científica en matemáticas, estadística y computación, junto con habilidades propias de la ingeniería en el campo de las tecnologías de la información, que puedan aplicar en el ámbito de la ciencia de datos y la inteligencia artificial.

OBJ. 2. Formar profesionales capaces de identificar y hacer frente a los nuevos retos que plantea la creciente demanda de soluciones innovadoras a lo largo de la cadena de valor del dato, para adquirir, preparar, curar, almacenar, distribuir, visualizar, analizar, validar y explotar cantidades masivas de datos heterogéneos (big data).

OBJ. 3. Formar profesionales que conozcan y enfrenten los desafíos que plantea la inteligencia artificial respecto al comportamiento autónomo y social, fundamentado en conocimiento, razonamiento y ayuda a la decisión, aprendizaje, interacción, percepción y robótica, así como respecto a la ética y la legislación.

OBJ. 4. Formar profesionales capaces de hacer un uso integrado de la ciencia de datos y la inteligencia artificial para diseñar e implementar estrategias de gestión de datos y sistemas de información adecuados al volumen, velocidad y variedad de los mismos de cara a su adquisición, almacenamiento, procesamiento y acceso, así como de aplicar

técnicas avanzadas de análisis de datos para implementar modelos descriptivos y predictivos, y técnicas de representación y visualización de datos para identificar y comunicar de manera efectiva los resultados y el conocimiento extraído y para facilitar y/o asumir la toma de decisiones basadas en los mismos.

OBJ. 5. Dotar a los egresados de capacidad para trabajar y ofrecer soluciones innovadoras en ciencia de datos e inteligencia artificial, incorporando el manejo de aspectos tales como la incertidumbre e imprecisión, en equipos multidisciplinares e internacionales en un entorno tecnológico en rápida evolución.

OBJ. 6. Formar profesionales socialmente responsables en el uso ético, legal y sostenible de las técnicas de la inteligencia artificial y de los datos.

Otros Referentes

No procede

Libros Blancos

¿Alguna titulación con características similares a la propuesta, se incluyó en alguno de los "Libros Blancos" del Programa de Convergencia Europea de la ANECA? (señale con una X la respuesta que corresponda**)**

SI (X) **NO ( )**

En caso afirmativo,

- **señale el nombre de dicho "libro blanco":**

  Libro blanco del Título de Grado en Ingeniería Informática (http://www.aneca.es/media/150388/libroblanco_jun05_informatica.pdf)

  Libro Blanco para el Diseño de las Titulaciones Universitarias en el Marco de la Economía Digital, Agenda Digital para España. Ministerio de Industria, Energía y Turismo (http://www.ccii.es/images/ccii/recursos/Libro-Blanco.pdf).

- **Señale los apartados que considere más relevantes (por su vigencia e interés) del Libro Blanco en relación con esta titulación.**

  Libro blanco del Título de Grado en Ingeniería Informática:

  Bloques temáticos del apartado 12.2 (Contenidos Formativos Comunes: Materias determinadas discrecionalmente por la Universidad más relevantes en relación con esta titulación):

  - Bloque temático 6. Gestión y explotación de la información
    - Uso estratégico de la Información, Aprendizaje a partir de la Información, Gestión del Conocimiento, Análisis y Minería de Datos, Organización, mantenimiento, explotación y presentación de la información, Investigación Operativa.

- Bloque temático 7. Sistemas inteligentes
    - Inteligencia Artificial, Sistemas basados en el conocimiento, Minería de datos, Control inteligente.

Libro Blanco para el Diseño de las Titulaciones Universitarias en el Marco de la Economía Digital

Identifica la Ciencia de los Datos como una de las tres tendencias (Tendencia 2) del sector de la Economía Digital en el área de Tecnología de la Innovación, y le asocia un único perfil profesional de "Sistemas de gran volumen de datos" (Perfil 11) altamente demandado por la industria, que recomienda sea considerado con el fin de potenciar y optimizar la inserción laboral de los futuros egresados.

- **¿Se seguirá todo lo dispuesto en el Libro Blanco en el diseño del título en la UPM? (**señale con una X la respuesta que corresponda**)**

SI ( ) **NO (X)**

En caso negativo, indique aquellos aspectos que debieran modificarse en el despliegue del Plan de Estudios en la UPM.

El Libro blanco del título de Grado en Ingeniería Informática está vinculado a la profesión de ingeniero/a en informática en toda su extensión. Los Contenidos Formativos Comunes que allí se establecen constituyen una base común y amplia de fundamentos que garantizan la formación de un Ingeniero en Informática generalista capaz de abordar los objetivos establecidos para este tipo de profesionales. No obstante, se mencionaba en el Libro Blanco que se debía reconocer que el ámbito de la Informática está en continua expansión y que debían considerarse una serie de factores a la hora de definir la formación del Ingeniero en Informática, pensando, sobre todo, en las competencias y responsabilidades que deberá asumir. Estos factores se resumían en los siguientes puntos:

- El ritmo alto de aparición de metodologías y tecnologías específicas, en muchos casos impulsadas desde la industria informática, con periodos de vigencia muy inferiores a los que se pueden encontrar en otras ingenierías.
- El creciente y rápido grado de penetración de las tecnologías informáticas en multitud de sectores socio-económicos de ámbitos extraordinariamente diferentes y que exigen perfiles profesionales híbridos entre informática y otros dominios no informáticos.

Estos factores aconsejaban que la formación del Ingeniero en Informática prestara especial atención a la transmisión de conocimientos, habilidades y capacidades que no sólo permitieran a los egresados dominar las tecnologías actuales que facilitaran su rápida y correcta inserción en el mercado laboral, sino que también

les permitan comprender y participar en la evolución de estas tecnologías. Así mismo, y de cara a liderar el desarrollo de la Informática en la sociedad, se decía que era muy importante que en su proceso de formación pudieran conocer cómo la Informática ha contribuido, contribuye y puede contribuir al desarrollo de determinados dominios socio-económicos.

De acuerdo con lo anterior, el Libro Blanco consideraba que los programas de estudio debían ofrecer una cantidad suficientemente amplia de materias relacionadas con tecnologías específicas de la Informática y que esta oferta debía ser presentada de forma consistente con los diferentes dominios específicos de aplicación. Para garantizar esto, se proponía estructurar mediante bloques temáticos la oferta de materias, obligatorias y optativas, determinadas discrecionalmente por cada universidad. Esta estructura debía permitir una actualización rápida y flexible para su adaptación a la evolución de la disciplina.

Como se puede comprobar, los bloques temáticos 6 y 7 entroncan directamente con el título que se propone, profundizando en ellos suficientemente como para proponer un título independiente del de Ingeniería Informática, tal y como ha pasado con los restantes títulos del área en la UPM que se han derivado de otras áreas temáticas como son:

- Grado Ingeniería de Computadores
- Grado en Ingeniería del Software
- Grado en Sistemas de la Información
- Grado en Tecnologías para la Sociedad de la Información

Por su parte, el Libro Blanco para el Diseño de las Titulaciones Universitarias en el Marco de la Economía Digital identifica para el sector de la Economía Digital, en el área de Tecnología de la Innovación, la tendencia "Ciencia de los datos" o "Big Data" (Tendencia 2) constituida por "el tratamiento y análisis para la extracción de información de volúmenes ingentes de datos estructurados en mayor o menor medida". Para dicha tendencia propone un único perfil profesional de "Sistemas de gran volumen de datos" (Perfil 11) que cubra "tanto técnicas y algoritmos para el tratamiento y análisis masivo de datos, como técnicas y herramientas para el procesado 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". La caracterización dada en el libro blanco de esa tendencia y perfil asociado se ha utilizado a la hora de identificar y justificar la relevancia del título que se propone y de su enfoque, así como a la hora de elaborar las competencias del título propuesto. Sin embargo, no puede decirse que se siga todo lo dispuesto en dicho libro blanco por cuanto éste no define ni caracteriza una titulación en particular, sino que propone unas pautas y guías a considerar a la hora de diseñar nuevas titulaciones en el marco de la economía digital, considerando otras áreas, tendencias y perfiles que no guardan relación directa con el título que se propone. Incluso para el perfil relacionado con este título, el libro blanco identifica algunas

competencias que se corresponden con ámbitos concretos de aplicación (e.g. biomedicina), y quedan por tanto para posibles asignaturas o itinerarios optativos ya que el ámbito del nuevo título es más general.

Informes de asociaciones o colegios profesionales, nacionales, europeos, o de otros países

Cite los informes de dichas asociaciones o colegios que hagan referencia a la titulación propuesta y que se deberían utilizar como referentes para el despliegue del Plan de Estudios, indicando dónde pueden encontrarse para su consulta.

- National Institute of Standards and Technology (NIST). NIST Big Data Public Working Group NBD-PWG. https://bigdatawg.nist.gov/
- BDV SRIA - European Big Data Value Strategic Research and Innovation Agenda. http://www.bdva.eu/SRIA
- European Data Science Academy: http://edsa-project.eu/
- European Association of Data Science: https://euads.org/abouteuads/
- Data Science Association, http://www.datascienceassn.org
- Digital Analytics Association, https://www.digitalanalyticsassociation.org/
- European Commission. Edison Data Science Framework, Edison Project, http://edison-project.eu/edison/edison-data-science-framework-edsf
- ACM - ACM Task Force on Data Science Education. https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3287522

Para cada uno de los informes anteriormente citados, indique los apartados más reseñables y los aspectos más relevantes en relación con la titulación propuesta.

El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología estadounidense NIST (National Institute of Standards and Technology), en su publicación "NIST Special Publication 1500-1, "NIST Big Data Interoperability Framework: Volume 1, definitions"[7], establece cuál es el alcance de la **ciencia de datos**: "*la ciencia de datos a lo largo de todo el ciclo de vida de los datos (es decir, a través del conjunto de procesos en una aplicación que transforman datos sin procesar en conocimiento práctico) incorpora principios, técnicas y métodos de muchas disciplinas y dominios, incluida la limpieza de datos, la gestión de datos, el análisis, la visualización, la ingeniería y, en el contexto de Big Data, ahora también incluye la ingeniería de Big Data*". Así mismo, define al **científico de datos** como: "*un profesional que tiene conocimientos suficientes en los ámbitos superpuestos de necesidades empresariales, conocimiento de dominio, habilidades analíticas e ingeniería de software y sistemas para gestionar los procesos de datos extremo a extremo en el ciclo de vida de los datos*". Las habilidades y competencias superpuestas que necesita un científico de datos para resolver problemas complejos de datos requieren un *expertise* profundo en aplicaciones analíticas, algoritmos e ingeniería.

[7] https://bigdatawg.nist.gov/_uploadfiles/NIST.SP.1500-1.pdf

Recientemente han surgido diversas organizaciones profesionales en el ámbito de la ciencia de datos, como son la *Data Science Association*, *Association of Big Data Professionals*, *Digital Analytics Association* y *European Association of Data Science* que se unen a las más tradicionales *American Statistics Association*, *Data Mining Section of INFORMS*, SIGKDD, ACM SIGMOD o ACM a través de su "Task Force on Data Science Education". Sin embargo, aún no se han hecho públicas desde éstas recomendaciones para planes de estudios. Así, por ejemplo, el Comité *Data Science Education Curriculum Committee* de la *Data Science Association* está actualmente en fase de reclutamiento de expertos para abordar el desarrollo y el establecimiento de estándares de acreditación para los planes de estudios de nivel de posgrado en ciencia de datos[8]. Por su parte, las asociaciones ACM e IEEE no han incorporado aún ninguna recomendación específica para planes de estudios en ciencia de datos en sus bien conocidas *ACM-IEEE Computing Curricula Recommendations*, como sí ha hecho ya por ejemplo en el ámbito de la Ciberseguridad, si bien es conocido que están trabajando en ello y ya existe un borrador de informe abierto a comentarios que fue presentado en marzo de 2019 en el simposio técnico de educación en informática (50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education)[9]. En cualquier caso, un plan de estudios en ciencia de datos se construirá necesariamente sobre la base de las cinco disciplinas clásicas de informática, como de hecho hacen ya las recomendaciones para Ciberseguridad o Interacción Persona-Ordenador, que se suman a esas cinco disciplinas clásicas, como se espera que lo hagan otras disciplinas emergentes de la informática como es la Ciencia de Datos. De hecho, el propio Grupo de Trabajo de Ciencia de Datos de ACM ha señalado que el propósito de su trabajo no es duplicar otros importantes esfuerzos llevados a cabo con anterioridad, como los que se resaltan a continuación: EDISON, EDSA, NFS, etc., sino articular aún más las contribuciones de la disciplina informática a la ciencia de datos, así como proporcionar detalles adicionales sobre las competencias específicas de la disciplina informática. Siguiendo el marco de trabajo de los volúmenes curriculares del ACM Computing Curricula, el Grupo de Trabajo está organizando su informe en torno a las siguientes áreas de conocimiento de la informática para la ciencia de datos: privacidad, seguridad e integridad de datos; gestión, almacenamiento y recuperación de datos; consideraciones de sistemas para big data, sistemas distribuidos, computación paralela y computación de altas prestaciones; machine learning, etc.

En EEUU se han llevado a cabo importantes esfuerzos por definir un curriculum de ciencia de datos. Así, en octubre de 2015 la National Science Foundation (NSF) patrocinó un taller con representantes de programas ya establecidos, sociedades con interés en la ciencia de datos, etc. El informe final de ese taller[10] describe las discusiones y refleja la diversidad de opiniones vertidas en el mismo. El Park City Math Institute reunió también a un grupo docente interdisciplinario para diseñar pautas curriculares para programas de grado en ciencia de

[8] http://www.datascienceassn.org/data-science-education-curriculum-committee

[9] ACM Task Force on Data Science Education: Draft Report and Opportunity for Feedback. 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education. https://dl.acm.org/citation.cfm?id=3287522

[10] Boots Cassel and Heikki Topi. 2015. Strengthening Data Science Education Through Collaboration. Technical Report. http://www.computingportal.org/sites/default/files/Data%20Science%20Education%20Workshop%20Report%201.0_0.pdf

datos.[11] Y recientemente, las Academias nacionales de Ciencias, Ingeniería y Medicina publicaron un extenso informe sobre ciencias de datos para estudios de grado[12].

Por su parte, Europa ha puesto en marcha iniciativas en pro de la creación de la profesión de científico/a de datos. En este contexto, el diseño de la titulación ha tenido también en consideración, además de los planes de estudios de muchas de las titulaciones anteriormente referidas, los resultados de los proyectos europeos EDISON[13] y EDSA[14], promovidos ambos por la Comisión Europea en el marco de su Programa Marco Horizon 2020. El proyecto EDISON persigue el objetivo de acelerar la creación de la profesión de científico/a de datos con un foco en investigación y en la industria. En concreto, el proyecto EDISON produjo a finales de 2017 un marco de trabajo que establece los fundamentos para definir la profesión de Científico/a de Datos. Este marco de trabajo está formado por un conjunto de documentos interrelacionados pensados para asistir a educadores, formadores, empleadores y gestores en la formación, certificación, identificación, reclutamiento e inspiración de los futuros profesionales competentes y cualificados para ejercer como científicos de datos, a saber, un Marco de Competencias conforme al e-C fF, un Cuerpo de Conocimientos y un Modelo de Plan de Estudios; además de un Marco de Definición de Perfiles Profesionales en Ciencia de Datos y de diversos procesos pensados para mantener estos documentos actualizados. Por su parte, el objetivo principal del proyecto EDSA de la Academia Europea de Ciencia de Datos es ofrecer planes de estudio modulares y adaptables y recursos de aprendizaje para satisfacer las necesidades de la industria en perfiles profesionales de científicos e ingenieros de datos.

La Comisión Europea ha creado además, junto con la BDVA (*Big Data Value Association*), un partenariado público-privado (PPP) para impulsar en Europa la investigación, el desarrollo y la innovación en Big Data. Además, participa en varias *tasks forces* y lidera algunas de ellas. En concreto la UPM, a través de su Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos (ETSIINF), lidera la *task force TF9: Skills and Education*. Esta TF desarrolla las actividades educativas relacionadas con Big Data para capacitar a futuros científicos de datos, luego de analizar las habilidades que buscan las empresas al alinearse con los esfuerzos existentes, como EDSA y EIT-Digital, entre otros. El foco de la actividad es el uso de analítica y big data en educación, además de analizar las habilidades requeridas en los próximos años para explotar la tecnología de big data en proyectos innovadores, así como para desarrollar la próxima generación de tecnología para big data. Adicionalmente, UPM participa, a través de la ETSIINF en la CSA (Coordination and Support Action) BDVe, vigente hasta 2020 para dar apoyo a esta PPP en Big Data. En particular, UPM es responsable de la TF generada para reconocimiento de skills de

---

[11] Richard De Veaux, Mahesh Agarwal, Maia Averett, Benjamin Baumer, Andrew Bray, Thomas Bressoud, Lance Bryant, Lei Cheng, Amanda Francis, Robert Gould, Albert Kim, Matt Kretchmar, Qin Lu, Ann Moskol, Deborah Nolan, Roberto Pelayo, Sean Raleigh, Ricky Sethi, Mutiara Sondjaja, Neelesh Tiruviluamala, Paul Uhlig, Talitha Washington, Curtis Wesley, David White, and Ping Ye. 2017. Curriculum Guidelines for Undergraduate Programs in Data Science. Annual Review of Statistics and Its Application 4 (Mar 2017), 15–30.

[12] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2018. Data Science for Undergraduates: Opportunities and Options. The National Academies Press, Washington, DC. https://doi.org/10.17226/25104

[13] Proyecto EDISON, http://edison-project.eu/

[14] http://edsa-project.eu/

data science en Europa y la experiencia y conclusiones extraídas de esas actividades han sido puestas en valor durante el diseño de esta titulación.

El gobierno de Reino Unido, por su parte, ha impulsado la iniciativa "Building the first national framework of digital, data and technology job roles" en la que se identifican las funciones y habilidades requeridas para desempeñar el perfil profesional de científico/a de datos[15].

Datos y estudios de la demanda potencial del título propuesto y su interés para la sociedad

Cite los datos (y sus fuentes) y los estudios que hagan referencia a la demanda e interés del título propuesto, especificando cómo se puede acceder a ellos[16].

Empleabilidad del perfil profesional del graduado

El volumen de datos generados está creciendo rápidamente. Para 2020, se prevé que haya más de 16 zettabytes de datos útiles (16 trillones de GB)[17], lo que implica un crecimiento del 236% anual desde 2013 hasta 2020. Esta explosión de datos es una realidad que debe enfrentarse y explotarse al máximo para crear valor para los ciudadanos, las administraciones públicas, las empresas de todos los sectores y la sociedad en su conjunto, para lo cual las técnicas y tecnologías de la IA resultan esenciales.

En este escenario, catalogado ya como cambio de paradigma hacia un modelo socio-económico basado en los datos[18], la ciencia de datos, la IA y el big data representan cada vez más una necesidad para las empresas de cara a mejorar su competitividad e incluso para asegurar su viabilidad. Para ello, estas empresas tienen que estar atentas además a un entorno tecnológico en rápida evolución. Así, un estudio reciente de Accenture señala que el 79% de los ejecutivos de las empresas consultadas están de acuerdo en que las compañías que no adopten el big data perderán su posición competitiva y podrían enfrentarse a su desaparición. El 83% de estos ejecutivos reconocen haber abordado proyectos de big data para obtener una ventaja competitiva. Por otra parte, el 59% de los ejecutivos consultados en un estudio reciente de PwC señalaron que tenían previsto mejorar el uso de big data en sus compañías mediante el uso de la inteligencia artificial.

---

[15] "Data scientist: skills they need", https://www.gov.uk/government/publications/data-scientist-skills-they-need/data-scientist-skills-they-need

[16] *Si los estudios y fuentes de los datos no son fácilmente accesibles, deberán acompañarse en un anexo a este documento, especificándose en ellos los métodos con que se generaron, la fecha en que se obtuvieron y todos aquellos datos que ayuden a contextualizar el estudio. Los datos referidos a la demanda que tuvieran titulaciones a las que remplace la que se proponga, podrán ser solicitados al Grupo Técnico de Apoyo.*

[17] The digital universe of opportunities: rich data and the increasing value of the Internet of Things, Informe de IDC para EMC. Abril 2014.

[18] BDV SRIA – European Big Data Value Strategic Research and Innovation Agenda. Octubre 2017

El mercado global del big data se estima que crecerá por ingresos en software y servicios desde los 7,6 billones de dólares USA de 2011 a 49 billones de dólares en 2019, y se pronostica un crecimiento sostenido para los próximos 10 años, hasta alcanzar los 103 billones de dólares en 2027. Esto representa una tasa de crecimiento anual compuesta superior al 10% (Statista, 2018). Según Forrester, además, esas cifras representan ya en 2018 un 5% de los ingresos totales del mercado mundial del software[19]. Esta tendencia la respaldan también estudios de IDC[2021], McKinsey[22], Calsoft[23], etc.

Fruto de este crecimiento, los datos referentes a empleabilidad de este perfil profesional son muy favorables. Ya en 2015 la consultora Gartner pronosticaba que para ese año se crearían 4.4 millones de puestos de trabajo en torno al Big Data. Asimismo, un análisis realizado por LinkedIn muestra que ya desde 2014 las habilidades más buscadas son análisis estadístico y minería de datos. Así, e pueden encontrar más de 10.000 demandas para trabajos catalogados como "data engineer" o "Big Data Engineer". Del mismo modo, Indeed.com ofrece más de 9.000 entradas para empleos de "data engineer". Madrid y Barcelona destacan como las ciudades españolas donde se ubican la mayoría de empresas demandantes de estos perfiles.

La alta empleabilidad que se espera para los científicos de datos está también avalada por estudios como el "Digital Transformation Scoreboard 2017: Evidence of positive outcomes and current opportunities for EU businesses" realizado por la Unión Europea, donde se analizan los elementos necesarios para que las empresas e industrias se reinventen y generen nuevos servicios y productos inteligentes que les permitan entrar en la cuarta revolución industrial con éxito. De entre las siete tecnologías clave analizadas, destaca "Big Data and data analytics". Entre los factores que ralentizan la transformación digital de las industrias, destaca la necesidad de disponer de personal formado en esas tecnologías. Entre las estrategias que permitirán a las empresas disponer de personal convenientemente cualificado se destaca la necesidad de reformar los sistemas educativos de cada país. Los países con mejores índices de transformación tecnológica coinciden con aquellos que tienen oferta y demanda de trabajadores con mayor cualificación tecnológica. España ocupa posiciones en la zona media-baja y, como recoge el propio informe, se necesitan esfuerzos para mejorar los programas educativos en tecnologías y negocios TIC para aumentar la cualificación profesional.

---

[19] Midyear Global Tech Market Outlook for 2017, Forrester, https://www.forrester.com/report/Midyear+Global+Tech+Market+Outlook+For+2017+To+2018/-/E-RES140272

[20] IDC forecasts big growth for Big Data, Analytics Magazine. April 2018, http://analytics-magazine.org/idc-forecasts-big-growth-for-big-data/

[21] Big Data and Business Analytics Revenues Forecast to Reach $150.8 Billion This Year, Led by Banking and Manufacturing Investments, According to IDC, March 14, 2017, https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS42371417

[22] Analytics Comes of Age, McKinsey Analytics, January 2018, https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Analytics/Our%20Insights/Analytics%20comes%20of%20age/Analytics-comes-of-age.ashx ,

[23] Big Data 2017 - Market Statistics, Use Cases, and Trends, Calsoft, http://asiandatascience.com/wp-content/uploads/2017/11/eBook-Big-Data-2017-Market-Statistics-Use-Cases-and-Trends.pdf

Por su parte, la firma IDC[24] predice un incremento en los próximos cuatro años de más del 300% en la inversión en sistemas cognitivos y de IA, pasando esta de los 24 billones de dólares U.S. de 2018 a los 77,6 billones de dólares U.S. previstos para 2022. El mercado de los sistemas cognitivos y de IA tendrá una tasa de crecimiento anual compuesto del 37,3% en ese periodo. El desarrollo de software será la categoría tecnológica con mayor y más rápido crecimiento en dicha previsión, representando alrededor del 40% del gasto en sistemas cognitivos e IA, con una tasa anual de crecimiento compuesto del 43,1%.

En un ámbito más local, también se evidencia esta necesidad. Así, la Confederación Española de Organizaciones Empresariales (CEOE)) en su libro blanco "La educación importa", en el que plantean una serie de estrategias formativas para lograr más y mejor empleo, enfatiza la necesidad de ofrecer formación tecnológica en todas las etapas formativas y, en particular, la importancia de disponer de capital humano con formación avanzada, que se identifica con el capital humano con formación en STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). Un estudio recientemente publicado por Randstad Research advierte que la demanda de esos perfiles STEM aumentará en los próximos años a razón de un 14% anual. En este sentido, estudios como el realizado por Fundación Telefónica señalan que, sólo en España, se crearán 1.25 millones de empleos en 2022 de especialistas de "Big Data", desarrolladores software y expertos de ciberseguridad y realidad virtual. Del mismo modo, el estudio de empleabilidad realizado por Universia en enero de 2018 sitúa como tercera profesión más demandada "Experto en Minería de Datos y Big Data" con un 89% de empleabilidad.

Entre sus recomendaciones, como paso previo a la definición de una Estrategia Nacional para la IA, la Estrategia Española de I+D+I en IA[25] considera incluir la IA en el sistema educativo como palanca de cambio tecnológico del país, así como incluir el conocimiento y uso de la IA en el mercado laboral, para lo cual señala expresamente la necesidad de actualizar los planes de educación para que sean acordes al presente (y futuro) tecnológico en que vivimos, desde la Educación Primaria y Secundaria, pasando por la formación en la Universidad, hasta alcanzar su especialización en el mercado laboral. Para esto último se hace imprescindible crear una oferta educativa especializada a nivel de grado y postgrado. Del mismo modo, las principales asociaciones internacionales del ámbito, como la Big Data Value Association (BDVA) a través de su informe de abril de 2019[26] y su documento de visión para la creación de un partenariado público privado en IA[27], recomiendan dotar a los nuevos perfiles profesionales relacionados con la ciencia de datos y la IA de las competencias y habilidades requeridas para permitir las necesarias sinergias.

---

[24] Worldwide Spending on Cognitive and Artificial Intelligence Systems Forecast to Reach $77.6 Billion in 2022, According to New IDC Spending Guide, September 19, 2018, https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS44291818

[25] Estrategia Española de I+D+I en IA, Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, 2019. http://www.ciencia.gob.es/stfls/MICINN/Ciencia/Ficheros/Estrategia_Inteligencia_Artificial_IDI.pdf

[26] Towards a European Data Sharing Space. Enabling data Exchange and unlocking AI potential. Big Data Value Association BDVA Position Paper. April 2019.

[27] Joint Vision Paper for an Artificial Intelligence Public Private Partnership (AI PPP), BDVA – euRobotics, http://bdva.eu/AIPPP-Vision-paper-PressRelease.

Por su parte, el Libro Blanco para el Diseño de las Titulaciones Universitarias en el Marco de la Economía Digital[28] identifica la Ciencia de Datos como una de las tendencia del sector de la Economía Digital en el área de Tecnología de la Innovación, y le asocia un perfil profesional único de "Sistemas de gran volumen de datos" altamente demandado por la industria, que recomienda sea considerado con el fin de potenciar y optimizar la inserción laboral de los futuros egresados.

Si bien existe ya una oferta de grados en ciencia de datos a nivel nacional (ver listado en sección 2.2), aún es escasa para la demanda esperada y, en particular, en la Comunidad de Madrid sólo se oferta actualmente una titulación de grado entre toda la oferta de las universidades públicas. En el momento de realizar esta propuesta, además, no existe en España ningún otro título de grado que resalte como hace éste la fuerte relación existente entre la ciencia de datos y la IA. Esta nueva titulación tiene por tanto interés académico, científico y profesional y da respuesta a una demanda del perfil profesional del egresado que se espera crezca de manera sostenida en los próximos años. Harvard Business Review ya ha calificado la ciencia de datos como la profesión más atractiva del siglo XXI, por su fuerte demanda, gran reconocimiento y alta remuneración.

Otros tipos de referencias

No procede

Competencias del título

Competencias básicas

Para las competencias básicas, la fuente de obligado cumplimiento es el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, modificado por Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, que establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. En este Real Decreto se definen 5 competencias básicas para los estudios de Grado, que son las **competencias básicas del Grado en Ciencia de datos e Inteligencia Artificial** recogidas en la siguiente tabla.

Competencia básica	Definición de la competencia
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;

[28] Libro Blanco para el Diseño de las Titulaciones Universitarias en el Marco de la Economía Digital, Agenda Digital para España. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. http://www.ccii.es/images/ccii/recursos/Libro-Blanco.pdf

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.

Competencias generales

A partir de la combinación del conjunto de competencias definidas en las siguientes fuentes de referencia:

- Las competencias para estudios de Grado definidas en el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (Real Decreto 1027/2011, de 15 de julio),
- Las competencias generales definidas por la Universidad Politécnica de Madrid para todos sus estudios de Grado, en su documento titulado "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" (Texto refundido de los acuerdos del Consejo de Gobierno (Reuniones de 26 de junio, 10 y 24 de julio de 2008).

se definen las siguientes competencias generales para el título:

Código	Competencia general	Relación con referentes
CG1	Capacidad de trabajo en equipo, en entornos interdisciplinares y complejos, negociando y resolviendo conflictos, diseñando soluciones eficientes, fiables, robustas y responsables.	CUPM-2
CG2	Capacidad para organizar y planificar tareas y proyectos, identificando objetivos, prioridades, plazos, recursos y riesgos, y controlando los procesos establecidos.	CUPM-7
CG3	Capacidad de emprendimiento y de liderazgo para dirigir y gestionar equipos y proyectos, generando confianza y compromiso en el grupo de colaboradores	CUPM-6
CG4	Capacidad para innovar y encontrar soluciones creativas en situaciones complejas o de incertidumbre en el ámbito de la ingeniería.	CUPM-5 CMECES-4
CG5	Capacidad para trabajar en contextos internacionales e interdisciplinares,	CUPM-1

Código	Competencia general	Relación con referentes
	comunicándose en lengua inglesa y adaptándose a un nuevo entorno	
CG6	Identificar y utilizar las tecnologías de la información y las comunicaciones más adecuadas en el ámbito de la ingeniería.	CUPM-4
CG7	Capacidad para integrar aspectos sociales, ambientales, económicos y éticos inherentes a la ingeniería, analizando sus impactos, y comprometiéndose con la búsqueda de soluciones a retos del desarrollo sostenible.	CUPM-8

Competencias transversales

No se definen. Están incluidas en las generales

Competencias específicas

La principal referencia utilizada para desarrollar las competencias específicas del título son los resultados del proyecto europeo EDISON[29], y en particular los *Learning Outcomes* (LOs) identificados por el mismo, junto con competencias relacionadas con la base matemática, estadística y de programación que deben adquirir los egresados del título y una competencia para IA al mismo nivel de abstracción. La siguiente tabla recopila el conjunto de competencias específicas de alto nivel identificadas para el título:

Competencias específicas de alto nivel
Utilizar con destreza los conceptos y métodos matemáticos que subyacen los problemas de la ciencia de datos y la inteligencia artificial para su modelización y resolución
Diseñar, implementar y evaluar soluciones algorítmicas eficientes para problemas computacionales de ciencia de datos e inteligencia artificial de acuerdo con los requisitos establecidos
Analizar fenómenos complejos mediante la probabilidad y estadística, y plantear modelos matemáticos de los mismos en situaciones concretas. Formular, modelizar y resolver problemas de optimización matemática relacionados con la ciencia de datos y la inteligencia artificial
Utilizar las técnicas adecuadas de análisis de datos y estadística sobre datos disponibles para descubrir nuevas relaciones y proporcionar conocimiento y una comprensión intuitiva precisa y profunda sobre problemas de investigación o procesos organizacionales y respaldar la toma de decisiones.
Desarrollar e implementar estrategias de gestión de datos para adquirirlos, almacenarlos, preservarlos y hacerlos disponibles para su posterior procesamiento.
Utilizar los principios de ingeniería y las tecnologías informáticas actuales para investigar,

[29] Edison Data Science Framework, Edison Project, http://edison-project.eu/edison/edison-data-science-framework-edsf

diseñar e implementar nuevas aplicaciones de análisis de datos; Desarrollar experimentos, procesos, instrumentos, sistemas e infraestructuras que den soporte a la gestión de datos durante todo el ciclo de vida de los datos.
Utilizar el conocimiento de un dominio (científico o de negocio) para desarrollar aplicaciones relevantes de análisis de datos; Aplicar métodos generales de ciencia de datos a los tipos de datos, representaciones de datos, modelos de datos y procesos, roles y relaciones organizacionales que sean propios de un dominio.
Conocer y enfrentar los desafíos que plantea la inteligencia artificial respecto al comportamiento autónomo y social, fundamentado en conocimiento, razonamiento y ayuda a la decisión, aprendizaje, interacción, percepción y robótica, así como respecto a la ética y la legislación.
Definir e interpretar los fundamentos de las organizaciones, los aspectos básicos de su organización y gestión, el proceso de innovación y su gestión, sus distintas áreas funcionales y su entorno socioeconómico

Estas competencias se han ampliado para aumentar su nivel de especificidad y facilitar su evaluación hasta dar lugar al conjunto completo de competencias específicas del título. En este trabajo se han tenido en cuenta también los otros referentes señalados en el documento, y se ha incluido una competencia específica para el Trabajo fin de grado. Se muestra a continuación el listado final de competencias específicas del título:

Competencia específica	Definición de la competencia
CE1	Utilizar con destreza los conceptos y métodos matemáticos que subyacen a los problemas de la ciencia de datos y la inteligencia artificial para su modelización y resolución.
CE2	Diseñar, implementar y evaluar soluciones algorítmicas eficientes para problemas computacionales de ciencia de datos e inteligencia artificial de acuerdo con los requisitos establecidos.
CE3	Analizar fenómenos complejos mediante la probabilidad y estadística, y plantear modelos matemáticos de los mismos en situaciones concretas, así como formular, modelizar y resolver problemas de optimización matemática relacionados con la ciencia de datos y la inteligencia artificial.
CE4	Extraer y recuperar información desde fuentes de datos heterogéneos de cara a su posterior tratamiento.
CE5	Diseñar e implementar los procesos de selección, limpieza, transformación, integración y verificación de la calidad de los datos de cara a su posterior tratamiento.
CE6	Conocer los fundamentos de las infraestructuras de gestión e intercambio de datos: hardware, sistemas operativos, bases de datos, redes de computadores.
CE7	Diseñar e implementar sistemas de información (incluyendo modelos de datos y estrategias de gestión de datos) dimensionados para gestionar el volumen, velocidad y variedad de los datos, de forma adecuada para su almacenamiento, procesamiento y acceso para tratamientos posteriores.

Competencia específica	Definición de la competencia
CE8	Aplicar las tecnologías actuales de computación de altas prestaciones para diseñar e implementar nuevas aplicaciones de ciencia de datos.
CE9	Conocer los requisitos de seguridad de la información e implementar las medidas de seguridad informática necesarias para garantizar el acceso restringido y seguro a los datos y al conocimiento.
CE10	Aplicar las metodologías y las técnicas adecuadas de análisis y explotación de datos sobre datos disponibles, incluidos los poco estructurados o de estructura compleja para descubrir nuevas relaciones y proporcionar conocimiento y una comprensión intuitiva precisa y profunda sobre problemas científicos o procesos organizativos y así respaldar la toma de decisiones.
CE11	Aplicar métodos generales de ciencia de datos e inteligencia artificial para desarrollar software que explote los datos de un dominio concreto científico o de negocio.
CE12	Comunicar de forma efectiva el proceso de análisis a partir de los datos y la interpretación de los resultados de este, seleccionando y utilizando para ello las técnicas y herramientas de visualización de datos más adecuadas
CE13	Conocer y diseñar entidades y sistemas inteligentes que incorporen capacidades como la autonomía, la situación en su entorno, la reactividad y proactividad, el aprendizaje, y habilidades sociales y organizativas, entre otras.
CE14	Conocer las técnicas de adquisición y representación del conocimiento, y modelos de razonamiento en entornos centralizados y distribuidos, y utilizarlas para desarrollar sistemas basados en el conocimiento orientados a la resolución de problemas y toma de decisiones que requieran conducta inteligente.
CE15	Conocer y aplicar las técnicas de aprendizaje automático y estadística avanzada que permitan transformar los datos en conocimiento y proporcionar sistemas capaces de resolver problemas de clasificación supervisada y no supervisada, así como de búsqueda de relaciones de independencia condicional entre variables relacionadas.
CE16	Conocer técnicas de percepción y robótica cognitiva y utilizarlas para desarrollar sistemas que puedan percibir su entorno y desempeñar tareas de manipulación, navegación y planificación de su comportamiento, con cierto grado de autonomía.
CE17	Conocer y aplicar los mecanismos de interacción en sociedades artificiales e híbridas, incluyendo aspectos relacionados con el procesamiento de lenguaje natural, la decisión colectiva, la negociación y la coordinación.
CE18	Diseñar y construir soluciones basadas en redes de neuronas artificiales para problemas en el ámbito del título, como son los de clasificación y estimación.
CE19	Definir e interpretar los fundamentos de las organizaciones, los aspectos básicos de su organización y gestión, el proceso de innovación y su gestión, sus distintas áreas funcionales y su entorno socioeconómico
CE20	Aplicar de manera socialmente responsable los aspectos éticos, legales y normativos relacionados con el tratamiento de los datos, el uso de las técnicas

Competencia específica	Definición de la competencia
	de la inteligencia artificial y la explotación del conocimiento obtenido.
CE21	Planificar, llevar a cabo, presentar y defender de forma individual un trabajo de naturaleza profesional que consista en un proyecto en el ámbito de la ciencia de datos e inteligencia artificial en el que se sinteticen e integren las competencias desarrolladas en el grado

Estructura del plan de estudios

El número total de créditos del título es de 240 ECTS, 60 ECTS en cada curso.

Se distribuyen de la siguiente manera:

- Formación Básica 60
- Créditos Obligatorios 144
- Créditos Optativos 24
- Prácticas externas -
- Créditos Trabajo Fin de Grado 12
- CRÉDITOS TOTALES 240

Actividades Formativas

- CT: Clases Teóricas
- S/T: Seminarios/Talleres
- CP: Clases prácticas
- L: Clase de Laboratorio
- T: Tutorías
- PA: Prácticas individuales o en Grupo
- PO: Proyectos
- ETAI: Estudio y trabajo autónomo individual
- EG: Estudio y trabajo en grupo

Requisitos de acceso

Describa los perfiles de ingreso preferentes y los complementos formativos que tendrán que cursar los estudiantes de aquellas titulaciones que no se ajusten exactamente a dicho perfil de ingreso.

De igual manera especificar aquellos otros requisitos que se prevea baremar en la admisión del alumno, en su caso.

Podrán acceder a los estudios de grado en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial, los estudiantes que reúnan cualquiera de las siguientes condiciones:

- Estar en posesión del título de Bachillerato LOGSE o equivalente y haber superado las pruebas de acceso a la universidad.
- Estar en posesión de un título de Formación Profesional de Grado Superior.
- Estar en posesión de un título extranjero homologable al Bachillerato o la Formación Profesional de Grado Superior según la legislación vigente.
- Tendrán prioridad de acceso a los estudios de Grado en Ciencia e Ingeniería de Datos los estudiantes que estén en posesión del título de Bachillerato LOGSE en las modalidades de Tecnología o Ciencias, y hayan superado las pruebas de acceso a la Universidad en la Opción Científico-Técnica.
- Igualmente gozarán de prioridad de acceso los estudiantes que acrediten haber superado al menos un Ciclo Formativo de Grado Superior perteneciente a la familia de Informática.

PROPUESTA DE TÍTULO PARA SU INCLUSIÓN EN EL MAPA DE TÍTULOS DE LA U.P.M.

Datos generales

Denominación del título propuesto
Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos

Fecha de aprobación por Junta/s de Escuela/s (Incluir Acuerdo/s de la/s Junta/s y los informes de los Departamentos implicados en la docencia)**:**

- Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación: 26 de junio de 2019 (pendiente de celebración)
- Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación: 24 de junio de 2019

Enseñanza de (*señale con una X la opción que corresponda***):**

Grado (X)

Máster ( )

Nº de créditos: 240

Nº de créditos en inglés (sin incluir el TFG): 6
Nota.- Los idiomas de impartición del Grado serán castellano e inglés.

Plazas estimadas de oferta: 50

Si procede, denominación de las enseñanzas que se extinguen por la implantación del título propuesto
No procede

Para su aprobación en Juntas de Escuelas

Campo Profesional en el que se inscribe el título propuesto

Asigne, señalándolo con una X, el título propuesto a uno o más de los siguientes campos profesionales (clasificación basada en las denominaciones utilizadas en los "Libros Blancos")

Arquitectura e Ingeniería de la Edificación	
Ingeniería Aeronáutica	
Ingeniería Agronómica	
Ingeniería Forestal	
Ingeniería Civil	
Ingeniería Industrial	
Ingeniería Informática	
Ingeniería de Materiales	
Ingeniería de Minas	
Ingeniería Naval	
Ingeniería Química	
Ingeniería de Telecomunicación	X
Ingeniería Geomática y Topográfica	
Ciencias de la Actividad Física y el Deporte	
Ciencias Ambientales	
Otros: Indicar cuál Nuevos profesionales en el sector de la Economía digital (Libro Blanco para el diseño de titulaciones en la Economía Digital)	X

Para su aprobación de Escuelas

Rama de conocimiento la que se adscribe (señálese con una X la única opción que se seleccione**):**

Artes y Humanidades **( )**
Ciencias **( )**
Ciencias de la Salud **( )**
Ciencias Sociales y Jurídicas **( )**
Ingeniería y Arquitectura **(X)**

Centro responsable del título: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación

El Plan de Estudios del título se asigna (señálese con una X la única opción que se seleccione**):**

A. A un único Centro ( ) Especifique el nombre del Centro:

B. A varios Centros (X**) Especifique sus nombres:**

En el caso de asignarse el Plan de Estudios a varios Centros, se

trata de un título:

i) Con Plan de Estudios Compartido[1] ( )

En este caso, especifique el nombre del Centro responsable de la organización y gestión académica de las enseñanzas conducentes al título cuyo Plan de Estudios es compartido por varios Centros:

ii) Con un mismo Plan impartido en su totalidad en distintos Centros[2] (X)

- Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación
  - 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
- Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación
  - 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 Electrónica Física, Ingeniería Eléctrica y Física Aplicada
  - Departamento de Matemática Aplicada a las TIC
  - Departamento de Ingeniería de Organización, Administración de Empresa y Estadística

iii) Plan de Estudios Intercentros con itinerarios exclusivos de cada Centro[3] ( )

Para su aprobación en Juntas de Escuelas

[1] *Por Planes de Estudio compartidos se entienden aquellos que se regularán según la Normativa que para ello tiene aprobada la UPM.*

[2] *Se entiende por esta opción aquellas titulaciones con Plan de Estudios con un porcentaje de créditos mayoritaria y significativamente común, que conduciendo a un mismo título, se impartan en Centros distintos de la UPM. El Consejo de Gobierno, a tenor de sus características deberá pronunciarse sobre la pertinencia de las mismas.*

[3] *Se entiende por esta opción la definición dada en la* NORMATIVA REGULADORA DE PLANES DE ESTUDIO INTERCENTROS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, aprobada en Consejo de Gobierno el 28 de abril de 2005 B.O.U.P.M. num. 75, abril-junio 2005 y modificada en Consejo de Gobierno de 29 de enero de 2009

Tipo de enseñanza previsto (señálese con una X la opción a la que mayoritariamente se ajustará la modalidad de enseñanza prevista**):**

Presencial	**(X)**
Semipresencial	**( )**
No presencial	**( )**

Si se trata de un título que habilite para el ejercicio de actividades profesionales reguladas, indique para qué profesión.
No procede
Referencia/s a la publicación de la/s norma/s reguladora/s:

Para su aprobación en Juntas de Escuelas

Referentes Utilizados

Nacionales

Señale la/s titulación/es (oficial/es o propia/s) vigente/s, con características académicas similares al título propuesto y que deben servir de referentes para el despliegue del Plan de Estudios.

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.

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

Para su aprobación en Juntas de Escuelas

Universidad Pompeu Fabra de Barcelona	Grado en Ingeniería Matemática en Ciencia de Datos	240	2503429, 20/07/2016.	2017/18
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 Calatunya	Grado en Ciencia de Datos Aplicada	240	2503774, 18/04/2018.	2018/19

En otros países

Señale hasta un máximo de cinco titulaciones de similares características académicas que se impartan en otros países europeos e internacionales, que sean conocidas en profundidad y que se hayan considerado como referentes para la titulación que se propone en la UPM.

La denominada Sociedad del Conocimiento o Sociedad Digital está basada en el desarrollo de grandes infraestructuras digitales capaces de generar, interconectar y procesar ingentes cantidades de datos cuya utilización está propiciando una profunda transformación digital tanto en las empresas y sectores económicos, como en función pública, administración y sector servicios. Esta transformación está llegando también al ámbito de la vida personal y el día a día de las personas. El desarrollo de estas infraestructuras ha propiciado 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 no es ajena a este proceso en todos los países que están impulsando esta transformación digital de su sociedad. 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 cinco de los numerosos programas que han sido consultados para la elaboración del Plan de Estudios:

País	Universidad	Grado	Web
Australia	University of Technology, Sydney (UTS)	Data Engineering	https://www.uts.edu.au/future-students/engineering/courses/undergraduate-majors/data-engineering
Holanda	Maastricht University	Data Science and Knowledge Engineering	https://www.maastrichtuniversity.nl/education/bachelor/bachelor-data-science-and-knowledge-engineering

Para su aprobación en Juntas de Escuelas

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
Israel	Israel Institute of Technology (Technion)	Data Science and Engineering	https://admissions.technion.ac.il/en/study-tracks/data-science-and-engineering/

Perfiles Profesionales

Sólo en los casos en los que la titulación propuesta esté vinculada al ejercicio profesional dentro de unos campos o ámbitos de actuación específica.

Describa los ámbitos de actuación profesionales más comunes desde una perspectiva española y europea, actual y de futuro, regulados o no regulados,

Justificación del interés académico, científico y profesional

La revolución digital está teniendo un impacto extraordinario en la sociedad[4] 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 clientes[5].

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. Los proyectos de ingeniería a desarrollar por los profesionales expertos en datos tienen un carácter multidisciplinar muy marcado y requieren del conocimiento de una gran cantidad de tecnologías.

Si queremos ubicar esta profesión dentro del marco laboral actual, lo primero es ser conscientes de que actualmente se considera que hay siete zettabytes de información disponible, que este volumen se duplica cada dos años y que, en un solo día, se produce el doble de información de la que contenía Internet hace veinte años. Pero sólo se analiza un 0,5% de este volumen. Los datos que se recogen actualmente dentro y fuera de las organizaciones poseen unas características que no poseían anteriormente: ocupan un volumen muy grande, se producen en un flujo continuo, proceden de múltiples fuentes (redes sociales, sensores, teléfonos móviles, clics en la web, etc.), se presentan en múltiples formatos (imagen, documentos, etc.) y, sobre todo, ya no se pueden almacenar solo en bases de datos relacionales (tienen una estructura diferente y más compleja). Este gran volumen de datos presenta una gran oportunidad para extraer conocimiento útil para la toma de decisiones en las organizaciones, pero a la vez, las

[4] http://misqe.org/ojs2/index.php/misqe/article/viewFile/683/417
[5] https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2014/06/24/roundup-of-analytics-big-data-business-intelligence-forecasts-and-market-estimates-2014/#1a3d97cc5466

Para su aprobación en Juntas de Escuelas

características intrínsecas de estos datos dificultan los procesos de manipulación y análisis asociados[6].

Por lo tanto, para dar respuesta satisfactoria a esta coyuntura, las empresas e instituciones se enfrentan al reto de encontrar los profesionales, *ingenieros y analistas de datos*, capacitados para aumentar la competitividad de su organización a través de la información obtenida de estos datos. Para ello, buscan profesionales con perfiles dinámicos y flexibles que sean capaces de identificar, capturar, transformar, analizar e interpretar los datos para impulsar el valor y la innovación aplicada en diversas industrias, como por ejemplo las finanzas, la salud, los bienes de consumo o la tecnología[7], así como adaptarse a los rápidos cambios tecnológicos formándose a lo largo de la vida.

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.

Para su aprobación en Junta de Escuelas

Otros Referentes

No procede

Libros Blancos

¿Alguna titulación con características similares a la propuesta, se incluyó en alguno de los “Libros Blancos” del Programa de Convergencia Europea de la ANECA? (señale con una X la respuesta que corresponda**)**

SI (X) **NO ( )**

[6] Big Data Job Board, icrunchdata (Tech Job Board, Analytics Job Board, Data Job Board). https://icrunchdata.com/big-data-jobs-index/

[7] Report: Why "Data Scientist" Is The Best Job To Pursue In 2016, Forbes. http://www.forbes.com/sites/gregoryferenstein/2016/01/20/report-why-data-scientist-is-the-best-job-to-pursue-in-2016/#731c646c5f4b

En caso afirmativo,

- **señale el nombre de dicho "libro blanco":**

  Se toman como referencias dos libros blancos:

  1) Libro Blanco para el diseño de titulaciones en la Economía Digital (2015) (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)

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

- **Señale los apartados que considere más relevantes (por su vigencia e interés) del Libro Blanco en relación con esta titulación.**

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 organismo 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 carreras 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 relacionas 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 procesado 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 procesado y gestión de la energía.

Para su aprobación en Juntas de Escuelas

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 procesado de datos.

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 – Infraestructure 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 procesado 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.

- **¿Se seguirá todo lo dispuesto en el Libro Blanco en el diseño del título en la UPM? (**señale con una X la respuesta que corresponda**)**

  SI ( ) **NO (X)**

  En caso negativo, indique aquellos aspectos que debieran modificarse en el despliegue del Plan de Estudios en la UPM.

Tomado como referencia el libro blanco de la ingeniería de telecomunicación de ANECA[8], puede verse el aspecto de transversalidad, ya que aborda aspectos de redes y comunicaciones,

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

Pendiente de aprobación en Junta de Escuelas

programación y electrónica, ámbitos que sustentan la ingeniería de los datos y sistemas. En ese libro blanco, se fijan 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, propia de un perfil en telecomunicación.

Algunas de las competencias comunes a la rama de telecomunicación que puede extraerse de las órdenes CIN 352 (Ingeniero Técnico de Telecomunicación) y que tiene 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).

Para su aprobación en Juntas de Escuelas

Informes de asociaciones o colegios profesionales, nacionales, europeos, o de otros países

Cite los informes de dichas asociaciones o colegios que hagan referencia a la titulación propuesta y que se deberían utilizar como referentes para el despliegue del Plan de Estudios, indicando dónde pueden encontrarse para su consulta.

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 MaturityScape: 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.ontsi.red.es/ontsi/sites/ontsi/files/InformeAnualSectorTICC2018_0.pdf

Para cada uno de los informes anteriormente citados, indique los apartados más reseñables y los aspectos más relevantes en relación con la titulación propuesta.

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

Para su aprobación en Juntas de Escuelas

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 concluyendo 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 un 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 el informe ADECCO, líder mundial en la gestión de recursos humanos, “El futuro del trabajo en España 2016” 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

Para su aprobación en Juntas de Escuela

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 trabajo. 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.

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 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.

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

Para su aprobación en Juntas de Escuela

Datos y estudios de la demanda potencial del título propuesto y su interés para la sociedad

Cite los datos (y sus fuentes) y los estudios que hagan referencia a la demanda e interés del título propuesto, especificando cómo se puede acceder a ellos[10].

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 productivo. 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)[11] 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.

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. Cito a continuación algunos: en el sector salud, existen 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

[10] *Si los estudios y fuentes de los datos no son fácilmente accesibles, deberán acompañarse en un anexo a este documento, especificándose en ellos los métodos con que se generaron, la fecha en que se obtuvieron y todos aquellos datos que ayuden a contextualizar el estudio. Los datos referidos a la demanda que tuvieran titulaciones a las que remplace la que se proponga, podrán ser solicitados al Grupo Técnico de Apoyo.*

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

Para su aprobación en Juntas de Escuelas

o la optimización de procesos en tiempo real[12]. 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 costes, 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 crease 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 anonimizados conectados extraídos de terminales móviles, que pueden usarse para extraer información sobre comportamiento humano, como es el caso de Telefónica[13]. 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 humano[14].

En tercer lugar, es importante indicar que ingeniería de datos y los sistemas 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 y Sistemas de Datos 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*) adaptarse a los continuos cambios tecnológicos y 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

[12] https://www.clavei.es/blog/industria-4-0-la-cuarta-revolucion-industrial-big-data/
[13] https://www.telefonica.com/es/web/negocio-responsable/telco-accesible/big-data.
[14] United Nations Global Pulse, https://www.unglobalpulse.org/.

Para su aprobación en Junta de Escuela

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.

Otros tipos de referencias

No procede

Competencias del título

Competencias generales

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	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.
CG6	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	Organizar, planificar y gestionar proyectos de ingeniería, proponiendo soluciones adecuadas e identificando los riesgos, la calidad y el impacto económico.
CG8	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.

Para su aprobación en Juntas de Escuelas

Competencias transversales

No se definen. Están incluidas en las generales

Competencias específicas

Código	Descripción
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	Realizar y presentar de forma individual un proyecto multidisciplinar de estudio o diseño de un sistema, aplicación o servicio 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.
CE22	Conocer y aplicar de manera adecuada las especificaciones, estándares y directivas técnicas en función de las características, los requisitos y la funcionalidad que deban implementarse.

Pendiente aprobación en Juntas de Escuelas

Estructura del plan de estudios

El número total de créditos del título es de 240 ECTS, 60 ECTS en cada curso. Se distribuyen según su tipología de la siguiente manera:

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

Actividades Formativas

Las actividades formativas que se desarrollarán en el Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos 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

Las actividades formativas anteriores se apoyarán de forma mayoritaria en las siguientes metodologías:

- LM: Lección magistral
- PR: Clase de problemas
- PL: Prácticas de Laboratorio
- EC: Estudio de Casos
- APROB: Aprendizaje Basado en Problemas
- APROY: Aprendizaje Basado en Proyectos
- AC: Aprendizaje Cooperativo

Para su aprobación en Juntas de Escuelas

Requisitos de acceso

Describa los perfiles de ingreso preferentes y los complementos formativos que tendrán que cursar los estudiantes de aquellas titulaciones que no se ajusten exactamente a dicho perfil de ingreso.

De igual manera especificar aquellos otros requisitos que se prevea baremar en la admisión del alumno, en su caso.

Podrán acceder a los estudios de Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos, los estudiantes que reúnan las condiciones que recoge la Normativa de Admisión a estudios de Grado de la Universidad Politécnica de Madrid [15].

Para su aprobación en Juntas de Escuelas

[15] Normativa de Admisión a Estudios de Grado, Universidad Politécnica de Madrid, curso 2018/19. https://www.upm.es.