

ALEGACIONES AL INFORME DE EVALUACIÓN DE 23 DE JULIO DE 2024 SOBRE LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE PLAN DE ESTUDIOS OFICIAL

ASPECTOS PARA SUBSANAR

Se debe proporcionar una solicitud de modificación en el formulario con un nivel de detalle suficiente como para identificar los cambios generados. La solicitud de modificación no se ha modificado como se solicitaba en el informe provisional. Se han añadido únicamente aclaraciones en los puntos 1.10 y 4.1 de dicha solicitud. Se debe proporcionar una solicitud de modificación en el formulario con un nivel de detalle suficiente como para identificar los cambios generados. Se reitera que esta información se debe proporcionar en la solicitud de modificación.

De acuerdo con lo solicitado, se ha aumentado de manera significativa el nivel de detalle del formulario de solicitud de modificación, aparte de la información que se incluye en esta alegación.

DIMENSIÓN 1: DESCRIPCIÓN, OBJETIVOS FORMATIVOS Y JUSTIFICACIÓN DEL TÍTULO

El objetivo “3. Gestionar y analizar grandes volúmenes de datos utilizando herramientas y plataformas de vanguardia” es muy ambicioso para un máster de 60 créditos.

Teniendo en cuenta este comentario, el objetivo 3 ha sido omitido en la lista de objetivos, renumerando los siguientes objetivos.

En relación con los perfiles de egreso, el primer párrafo sigue siendo muy genérico “...capacita para desempeñar con éxito tareas de investigación y desarrollo en diversos campos...”

Para ser más específicos, se ha sustituido dicho párrafo por:

El Máster Universitario en Ciencia de Datos, con orientación investigadora, capacita para desempeñar con éxito tareas de investigación y desarrollo en **campos donde se requiera un análisis y gestión avanzada de los datos**.

Por otra parte, el listado es muy ambicioso para un máster de 60 créditos. Debería revisarse.

Para tratar de ser más realistas, se han eliminado los perfiles de Consultor/a en Ciencia de Datos y de Docente en Universidad.

Por otra parte, los perfiles de Investigador/a en Ciencia de Datos y Científico/a de Datos en I+D eran bastante similares, por lo que se han fusionado en una nueva descripción del perfil de Investigador/a en Ciencia de Datos.



DIMENSIÓN 2. RESULTADOS DEL PROCESO DE FORMACIÓN Y DE APRENDIZAJE

Se responde de forma general a todos los aspectos marcados en esta dimensión, alegando que se revisa y se marcan los cambios.

En las presentes alegaciones se ha tratado de responder de manera más específica a cada aspecto planteado.

En el informe provisional se indicaba que “se debe reflejar en el informe de modificación qué es lo que realmente se ha modificado de esta dimensión. Es decir, si se trata de una redacción integral de los RA o si se adaptan las antiguas competencias y se clasifican en conocimientos, competencias y habilidades”.

En la iteración anterior se realizó una revisión integral de los RA. En la iteración actual se ha realizado una revisión de las competencias, con el fin de ajustarse a los aspectos señalados.

Dado que se trata de un cambio en la redacción integral de los RA, se debe reflejar este cambio en el formulario de solicitud de modificación.

Se ha modificado el formulario de solicitud de modificación introduciendo la descripción “Se ha realizado un cambio en la redacción integral de los Resultados de Aprendizaje (RA).” en la descripción de cambios de la dimensión 2.

Aunque se mejora la especificidad y redacción de la mayoría de RAs, se deben subsanar los siguientes aspectos:

Las competencias son muy ambiguas y generales. En su mayoría son enunciados poco evaluables enfocados a capacidades transversales poco relacionadas con la temática del máster:

Se han redactado de nuevo las competencias siguiendo las directrices del revisor. En consecuencia, en términos generales, consideramos que las competencias están más relacionadas con la temática del máster en esta última versión que presentamos.

- La competencia CO01 define una capacidad global enfocada a la “resolución de problemas en entornos nuevos o pocos conocidos”. El enunciado planteado es difícilmente evaluable y resulta más adecuado como objetivo formativo. Se debe revisar. Además, se solapa con la habilidad HD01.

La descripción anterior de la competencia CO01 y la habilidad HD01 era:

CO01	Aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
HD01	Plantear y abordar problemas cuya solución requiera de los métodos y técnicas de la ciencia de datos en entornos profesionales, académicos y/o de investigación.

Se ha reformulado CO01 de la siguiente manera:



CO01 - Utilizar las técnicas apropiadas de análisis, estadística y aprendizaje automático sobre los datos disponibles para representar la información, descubrir nuevas relaciones en los datos y ofrecer una visualización y comprensión intuitiva, precisa y profunda de los mismos para respaldar la toma de decisiones.

Por otra parte, al haberse resuelto el solape, la habilidad HD01 se ha dejado igual.

- La competencia CO04 no es una competencia específica evaluable. “Ser capaz de seguir aprendiendo...” no es una competencia válida. De hecho, su asignación en la dimensión 4 es a prácticamente la totalidad del plan de estudios. Se debe reformular.

Siguiendo los comentarios del revisor, se ha eliminado la competencia CO04 anterior y se han reenumerado las actuales.

- Las competencias CO02 y CO05 son competencias transversales poco enfocadas a la temática del máster. Más allá de su especificidad, ambas se enfocan en la capacidad de juicio en la toma de decisiones. Se deben unificar en un enunciado más enfocado a la temática del máster.

La descripción anterior de las competencias CO02 y CO05 era:

CO02	Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
CO05	Tomar en consideración las implicaciones sociales, ambientales y económicas de las soluciones propuestas y actuar de forma responsable de acuerdo con las conclusiones del análisis realizado usando como guía principios éticos sólidos, valores democráticos y objetivos de desarrollo sostenible

Ambas competencias estaban relacionadas con las mismas asignaturas, y se han unificado ahora en la siguiente nueva competencia CO02:

CO02 - Aplicar consideraciones legales, de diversidad, accesibilidad universal, ética, respeto social, valores democráticos y desarrollo sostenible en la construcción de sistemas que utilizan la ciencia de datos.

- La CO06 no define una capacidad. Se debe definir las capacidades adquiridas que permiten participar o liderar un proyecto.

La descripción anterior de la competencia CO06 era:

CO06 - Participar en y liderar proyectos de innovación e investigación en el ámbito de la ciencia de datos.



Dicha competencia se ha reformulado de la siguiente manera:

CO06 - Liderar y gestionar proyectos de investigación o desarrollo en el ámbito de la ciencia de datos, gestionando equipos de trabajo, monitorizando la evolución del proyecto, gestionando los riesgos asociados, y estableciendo acciones correctivas si fuera necesario.

- La CO03 y CO07 deben unificarse en una redacción completa y específica con la temática del máster.

La descripción anterior de las competencias CO03 y CO07 era:

CO03	Comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
CO07	Exponer, comunicar y defender ideas con argumentos rigurosos y completos, trabados en un discurso bien estructurado, claro y transparente

Se han unificado en la siguiente competencia, que se mantiene asociada a las mismas asignaturas que la CO03 anterior:

CO03 Exponer, comunicar y defender ideas en el ámbito de la ciencia de datos mediante argumentos rigurosos y completos, empleando un discurso bien estructurado, claro y transparente.

La competencia CO08 no es una competencia específica ni evaluable tal y como se plantea.

La descripción anterior de la competencia CO08 era:

- CO08 - Capacidad de trabajar en equipo

Se ha eliminado, al considerarla una competencia que ya debería tener adquirida el estudiante.

Muchos RAs son de carácter transversal, por ejemplo:

- CO04 - Ser capaz de continuar aprendiendo de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo

Como se mencionaba más arriba, dicha competencia se ha eliminado en la redacción actual de los RAs.

- CO07 - Exponer, comunicar y defender ideas con argumentos rigurosos y completos, trabados en un discurso bien estructurado, claro y transparente

Como se comentaba anteriormente, dicha competencia se ha unificado con la CO03.

- CO08 - Capacidad de trabajar en equipo



Como se comentaba anteriormente, se ha eliminado esta competencia.

En general se debe hacer un esfuerzo por redactar de forma más específica los RA para permitir una asignación coherente con los contenidos de las asignaturas.

Se ha revisado la redacción de las competencias y se ha mejorado para que sea más específica.

Se han reenumerado las competencias, de CO01 a CO06, de la siguiente forma:

- Las CO03 y CO07 de la propuesta anterior se han unido en la CO03.
- Las CO02 y CO05 de la propuesta anterior se han unido como CO02.
- Se ha eliminado la CO08 de la propuesta anterior.

Se han incluido además estas competencias nuevas:

CO07 Utilizar las técnicas más adecuadas de optimización y computación numérica en problemas de aprendizaje automático.

CO08 Desarrollar e implementar estrategias escalables de gestión masiva de datos para su adquisición, almacenamiento, conservación y disponibilidad para su posterior procesamiento.

CO11 Investigar, diseñar, implementar y evaluar nuevas aplicaciones, técnicas y métodos de análisis de datos utilizando los principios y las tecnologías adecuadas.

Las competencias quedan de la siguiente manera:

CO01 - Utilizar las técnicas apropiadas de análisis, estadística y aprendizaje automático sobre los datos disponibles para representar la información, descubrir nuevas relaciones en los datos y ofrecer una visualización y comprensión intuitiva, precisa y profunda de los mismos para respaldar la toma de decisiones.

CO02 - Aplicar consideraciones legales, de diversidad, accesibilidad universal, ética, respeto social, valores democráticos y desarrollo sostenible en la construcción de sistemas que utilizan la ciencia de datos.

CO03 - Exponer, comunicar y defender ideas en el ámbito de la ciencia de datos mediante argumentos rigurosos y completos, empleando un discurso bien estructurado, claro y transparente.

CO04 - Diseñar, desarrollar y transferir los resultados de proyectos de investigación en ciencia de datos utilizando una metodología adecuada.

CO05 - Elaborar, exponer y defender un trabajo-proyecto original, síntesis de los conocimientos adquiridos en el título.

CO06 - Liderar y gestionar proyectos de investigación o desarrollo en el ámbito de la ciencia de datos, gestionando equipos de trabajo, monitorizando la evolución del



proyecto, gestionando los riesgos asociados, y estableciendo acciones correctivas si fuera necesario.

CO07 Utilizar las técnicas más adecuadas de optimización y computación numérica en problemas de aprendizaje automático.

CO08 Desarrollar e implementar estrategias escalables de gestión masiva de datos para su adquisición, almacenamiento, conservación y disponibilidad para su posterior procesamiento.

CO09 Diseñar, desarrollar y transferir los resultados de proyectos de investigación utilizando una metodología adecuada.

CO10 Elaborar, exponer y defender un trabajo-proyecto original, síntesis de los conocimientos adquiridos en el título.

CO11 Investigar, diseñar, implementar y evaluar nuevas aplicaciones, técnicas y métodos de análisis de datos utilizando los principios y las tecnologías adecuadas.

Por otra parte, se han incluido los siguientes Conocimientos/contenidos:

CC11-OPT Comprender las técnicas actuales de Procesamiento del Lenguaje Natural, en especial las recientes técnicas basadas en Aprendizaje Profundo (deep learning).

CC12 Comprender las bases matemáticas y computacionales de sistemas avanzados de Aprendizaje Automático.

Y se ha acortado la descripción del CC10-OPT:

CC10-OPT Comprender el proceso de aprendizaje de los parámetros de una red bayesiana mediante el principio de máxima verosimilitud y el algoritmo EM, hacer inferencia exacta en estas redes, y hacer inferencia aproximada utilizando diferentes métodos, incluyendo métodos deterministas y estocásticos, entendiendo las ventajas y desventajas de cada uno.

a:

CC10-OPT Comprender el proceso de aprendizaje de una red bayesiana, hacer inferencia exacta en estas redes, y hacer inferencia aproximada utilizando diferentes métodos, incluyendo métodos deterministas y estocásticos, entendiendo las ventajas y desventajas de cada uno.



Finalmente, en Habilidades/destrezas, se ha hecho lo siguiente:

Las habilidades HD04-OPT y HD05-OPT:

HD04-OPT - Tratar y procesar señales empleando digitalización y filtros lineales.

HD05-OPT - Utilizar distintas transformadas con el objeto de representar las señales en el dominio tiempo-frecuencia para su posterior caracterización, análisis y modelización.

han sido fusionadas en una:

HD05-OPT - Tratar y procesar señales empleando digitalización y filtros lineales. Utilizar distintas transformadas con el objeto de representar las señales en el dominio tiempo-frecuencia para su posterior caracterización, análisis y modelización.

Por otra parte, la habilidad HD03:

HD03 - Buscar, analizar críticamente y seleccionar información bibliográfica relevante, así como redactar memorias, informes y artículos científicos y técnicos.

se ha partido en:

HD03 Redactar memorias, informes y artículos científicos y técnicos.

HD04 Buscar, analizar críticamente y seleccionar información bibliográfica relevante.

Las habilidades HD10 y HD11:

HD10 Utilizar sistemas de computación masiva y de altas prestaciones (computación distribuida, en cluster, en la nube, en GPUs, etc.) para tratar grandes volúmenes de datos usando marcos y paradigmas de programación específicos para dichos sistemas.

HD11 Diseñar la arquitectura de un sistema de altas prestaciones con el objeto de incrementar el rendimiento, mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos, permitir la escalabilidad y garantizar la tolerancia a fallos.

han sido fusionadas en:

HD10 Utilizar sistemas de computación masiva y de altas prestaciones para tratar grandes volúmenes de datos usando marcos y paradigmas de programación específicos. Diseñar su arquitectura para incrementar el rendimiento, mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos, permitir la escalabilidad y garantizar la tolerancia a fallos.



Se han incluido las siguientes habilidades específicas de asignaturas optativas:

HD11-OPT Resolver problemas de aprendizaje automático usando técnicas avanzadas basadas en núcleos y aprendizaje de subvariedades.

HD12-OPT Resolver problemas de planificación y control mediante técnicas de aprendizaje por refuerzo.

DIMENSIÓN 4: PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

Se debe responder a los aspectos a subsanar identificados en el informe provisional de manera individual. Se proporciona una respuesta global y poco explicativa.

No se incluye una tabla de asignaturas/RA. No se aporta a pesar de que se solicitó. Se debe proporcionar una tabla de cruce entre materias y resultados de aprendizaje. Se han definido RA optativos que también debieran incluirse en esta tabla global. Es necesario tener la tabla asignaturas/RA para poder realizar una evaluación completa.

Se ha añadido la tabla solicitada en el documento de estructura de las enseñanzas, después de la información específica de las asignaturas.

En las asignaturas optativas se alcanzan los mismos RA, lo cual no parece lógico, habiendo contenidos diferenciados. Sigue habiendo materias optativas que adquieren los mismos resultados de aprendizaje que las materias obligatorias, por ejemplo “Temas Avanzados en Ciencia de Datos”. Dado que las materias optativas no se cursan por la totalidad de los alumnos, estas deben contribuir a la asimilación de RAs específicos.

Se han cambiado los RAs de las asignaturas optativas, de tal forma que ahora cada una de ellas está asociada a al menos un RA específico de asignaturas optativas. Como se ha mencionado más arriba en las alegaciones de la Dimensión 2, se han eliminado algunos RAs transversales comunes a la mayoría de asignaturas. Por otra parte, en esta iteración proponemos un total de 11 RAs específicos de asignaturas optativas (CC06-OPT a CC11-OPT, HD05-OPT, HD11-OPT, HD12-OPT, CO04-OPT y CO05-OPT).

Se deben revisar los contenidos de las materias ya que son muy ambiciosos para la asignación crediticia. En especial en las asignaturas de 3 créditos. A modo de ejemplo, “Procesamiento de información temporal” tiene como contenidos: Caracterización y modelado de series temporales mediante filtros lineales; modelos estadísticos estacionarios; modelos estadísticos no estacionarios y con variables exógenas; modelos ocultos de Markov con variables discretas; modelos ocultos de Markov con variables continuas; redes neuronales recurrentes; LSTMs; causalidad en series temporales. Además, los RA definidos inciden en la aplicación y el dominio, por lo que los contenidos deben permitir su adquisición.

Se han revisado en detalle los contenidos de todas las asignaturas teniendo en cuenta estas directrices, tratando de adecuarlos a los créditos asignados.



Dado el carácter investigador del máster, los contenidos deben tener la profundidad necesaria para conocer a fondo los métodos y técnicas de cada uno de los componentes de las asignaturas y no quedarse en la mera utilización de herramientas.

Además de revisar en detalle los contenidos de todas las asignaturas para asegurar la profundización en los métodos y técnicas, se han incluido dos Conocimientos/contenidos nuevos:

CC11-OPT Comprender las técnicas actuales de Procesamiento del Lenguaje Natural, en especial las recientes técnicas basadas en Aprendizaje Profundo (deep learning).

CC12 Comprender las bases matemáticas y computacionales de sistemas avanzados de Aprendizaje Automático.

y la competencia anteriormente comentada:

CO11 Investigar, diseñar, implementar y evaluar nuevas aplicaciones, técnicas y métodos de análisis de datos utilizando los principios y las tecnologías adecuadas.

que hace referencia explícitamente a adquisición de conocimientos y competencias relacionadas con investigación.

Se indicó en el informe provisional que se debiera asignar al TFM únicamente la competencia específica a dicho fin (con la nueva numeración corresponde a la CO10). La asignación propuesta comprende 1 conocimiento, 3 habilidades y 9 competencias. Dado que los RAs propuestos son tan genéricos, esto no presupone un problema, pero se debe tener en cuenta cuando se revise la dimensión 2.

En la propuesta actual se ha asignado al TFM únicamente la competencia específica para el TFM CO10, “Elaborar, exponer y defender un trabajo-proyecto original, síntesis de los conocimientos adquiridos en el título”.

DIMENSIÓN 5: PERSONAL ACADÉMICO

Se debe responder a los aspectos a subsanar de manera individual. Se proporciona una respuesta global y poco explicativa.

Se realiza a continuación una respuesta individual de los aspectos que se indican.

Dado que la titulación se imparte únicamente en modalidad presencial, se deben eliminar las referencias a modalidades híbrida y virtual en las tablas de la dimensión 5 con el fin de favorecer su comprensión y simplificar el contenido de las mismas.

Se ha realizado esta eliminación en las tablas 5a, 5b y 5d.

En el informe provisional se indicaba “Hay discrepancias respecto a lo indicado en la dimensión 4. Por ejemplo, en la tabla de TFM se indica que la [A11] Tutorías es de 15 h/alumno, mientras que en esta dimensión se indica “Se incluye el tiempo dedicado a tutorías y dirección de TFMs. Para calcular este número se ha estimado la carga docente con el número máximo posible de estudiantes matriculados (20 h/estudiante x 30 estudiantes)”. Al no aportarse explicación, este aspecto sigue sin considerarse



resuelto. Se estima una carga de 35 horas por ECTS. Teniendo en cuenta que el título oferta 78 ECTS (incluyendo todas las optativas), esto supone una carga de $78 \times 35 = 2730$ horas. A esto hay que sumarle las 450 horas de dirección de TFM, resultando $2730+450=3180$ horas. Sin embargo, la carga total de actividades docentes asignadas (Tabla 5c) es de 2730. Faltan las horas del TFM que no han sido asignadas a ningún profesor.

Se ha añadido la información sobre la dedicación del profesorado a tutorización de TFMs en las tablas 5c y 5d.

Se debe actualizar la numeración del punto “6.2 Otros Recursos Humanos”, que ha quedado obsoleta.

Se ha realizado este cambio en la numeración, quedando ahora como 5.2. Se han actualizado además los enlaces y la fecha del plan de igualdad.

No se proporciona información específica del personal de apoyo requerido para esta titulación en concreto. Se debe revisar.

Se ha incluido en el punto 5.2 nuestra estimación sobre el apoyo de la plantilla del PTGAS de la EPS-UAM a este máster. No se requiere de personal específico para el máster aparte del que ya existe en la plantilla del PTGAS de la EPS-UAM.

Se debe aclarar por qué la nueva configuración del máster que supone un paso de 72 ECTS a 60 ECTS supone un incremento de la carga docente. No se aclara a pesar de que se solicitó.

La nueva configuración no supone un incremento de la carga docente. Se ha revisado que el documento de justificación no plantee este supuesto. El Máster de 72 ECTS tenía 1348 horas de actividad docente presencial del profesorado, mientras que esta propuesta de 60 ECTS representa 1074 horas de actividades presenciales, incluyendo en ambos casos la tutorización de TFMs.

Por si hubiera dado lugar a confusión, nos gustaría aclarar que en la primera versión de solicitud de modificación se hacía referencia en el apartado 5.1 a la solicitud de verificación del título original en 2020, y ahí se incluía en el correspondiente apartado 6.1 una mención al incremento de carga docente en su momento. Pero esto reiteramos que se refería a la primera implementación del título de 72 ECTS, y no a la actual propuesta de modificación a 60 ECTS.



ALEGACIONES AL INFORME DE EVALUACIÓN DE 14 DE JUNIO DE 2024 SOBRE LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE PLAN DE ESTUDIOS OFICIAL

ASPECTOS PARA SUBSANAR

Se debe proporcionar una solicitud de modificación en el formulario con un nivel de detalle suficiente como para identificar los cambios generados. La propuesta de modificación que se adjunta en el punto 1.10 es un buen punto de partida.

A partir de la revisión, hemos ido completando aquellos aspectos que requerían ser subsanados, según lo indicado por el evaluador.

Existen numerosas erratas en el aplicativo del ministerio. Aparece el símbolo # en lugar de tildes o la letra ñ o de símbolos. Se debe revisar.

Las erratas solo aparecían al imprimir la memoria en PDF, por una limitación de la plataforma, al no soportar las dos formas estándar de codificar dichos caracteres. La versión web no parece tener dicha limitación, por lo que no se pudo detectar al escribir dichos apartados. Se ha subsanado convirtiendo el formato de descompuesto, con dos símbolos, a compuesto, con un único símbolo. Al no haber cambiado el texto, sino su codificación interna, no se ha marcado esta modificación. Esto ha afectado a los apartados 1.11-1.13, 3.1, 4.2, 4.3 y 7.2.

DIMENSIÓN 1: DESCRIPCIÓN, OBJETIVOS FORMATIVOS Y JUSTIFICACIÓN DEL TÍTULO

Con el fin de mantener una memoria clara y ordenada, se deben eliminar las respuestas a procesos de verificación/modificación pasados presentes en el documento adjunto al 1.10. Se deben evitar tachaduras o resaltar en color elementos de estos procesos anteriores ya que dificultan la identificación de las modificaciones generadas.

De acuerdo con lo solicitado, en el presente documento se han eliminado las respuestas al proceso de verificación previo. Igualmente, se han eliminado tachaduras y colores de la justificación original del título.

Se proporciona una justificación no adaptada al nuevo RD822/2021. Dado que el objeto primordial de la modificación es dicha adaptación, se debe revisar este punto. Las modificaciones generadas deben quedar resaltadas en otro color para facilitar la evaluación.

Hemos revisado este punto en detalle y hemos realizado las modificaciones necesarias resaltando los cambios.

Se proporciona una descripción muy ambigua de los perfiles de egreso: “Los egresados encuentran trabajo como científico de datos en empresas de tecnología y centros de investigación”. Se deben reformular los perfiles de egreso siguiendo la



Guía para la verificación y modificación de los títulos oficiales de Grado y Máster: Los perfiles fundamentales de egreso son “el conjunto de cualificaciones académicas y profesionales que alcanza un egresado tras finalizar la titulación que ha cursado. Han de concretarse en los campos profesionales en los que los egresados pueden desempeñar con éxito las tareas habituales que presenta la vida real.” La descripción de las cualificaciones académicas, técnicas y profesionales puede acompañarse de un listado de posibles profesiones o puestos profesionales pertinentes. De no disponer de espacio en el aplicativo, se puede referenciar al anexo del punto 1.10. En el mismo sentido, el perfil de egreso debe estar relacionado con la orientación investigadora del máster. Así, cuando se dice que trabajarán en empresas de tecnología como científicos de datos se debe hacer referencia a que las labores que desarrollarán estarán relacionadas con la investigación o innovación.

[Se ha mejorado la descripción de los perfiles de egreso, incluyendo la nueva información en este documento.](#)

Igualmente el objetivo formativo debe estar claramente alineado con la orientación investigadora del máster.

[Se ha mejorado la descripción del objetivo formativo \(apartado “\[1.11-1.13\] Objetivos formativos, estructuras curriculares específicas y de innovación docente”\).](#)

DIMENSIÓN 2. RESULTADOS DEL PROCESO DE FORMACIÓN Y DE APRENDIZAJE

Se debe reflejar en el informe de modificación qué es lo que realmente se ha modificado de esta dimensión. Es decir, si se trata de una redacción integral de los RA o si se adaptan las antiguas competencias y se clasifican en conocimientos, competencias y habilidades.

Los RA son muy genéricos y hay asignaturas que tienen RA que no se corresponden con los contenidos abordados. Por ejemplo, la asignatura “Procesamiento de datos a gran escala” tiene un componente muy importante de arquitectura de computadores y paradigmas de computación que no tiene reflejo en los RA. Otro ejemplo similar ocurre con la asignatura “Gestión de datos” enfocada en el almacenamiento y recuperación de información. Claramente los RA indicados para esa asignatura son demasiado genéricos y no representan el verdadero propósito de esta. En general, esta situación hace que haya asignaciones de RA poco trazables con los contenidos de las asignaturas como en “Computación numérica” que tiene asignado el [CC2] *Describir los conceptos esenciales de un sistema avanzado de Aprendizaje Automático.*

Se deben revisar los RA para ser más específicos y dar información más concreta de lo que resultará del estudio de las diferentes asignaturas que componen el plan de estudios. La revisión debe abarcar el plan de estudios completo para ofrecer RA más específicos para cada una de las asignaturas que lo componen.

También debe tenerse en cuenta lo siguiente:

El verbo de desempeño “describir” o “identificar” no son adecuados para definir un conocimiento que debe ser avanzado dado el nivel MECES 3 de la titulación. Este verbo debería ir en la línea de “comprender” o “dominar”, entre otros. Se debe revisar.



Los conocimientos CC1 y CC2 son muy similares. El primero se enfoca en describir las técnicas y el segundo en describir los conceptos. No obstante, ninguno de ellos es lo suficientemente específico ni avanzado como para considerarse válido. Se debe revisar.

Del mismo modo, los conocimientos CC3 y CC4, son casi idénticos. El primero habla de “Identificar y explicar qué método es más adecuado” y el segundo de “Identificar y seleccionar los métodos, técnicas y herramientas de ciencia de datos más apropiados”. No solo son iguales si no que se plantean como competencia/habilidad ya que no se enfoca en la comprensión de un contenido o técnica sino en la capacidad de selección y juicio entre diversas opciones. Se debe revisar.

La habilidad “HD1 - Aplicar los principales paradigmas y métodos avanzados dentro del campo de la Ciencia de Datos, así como también utilizar las principales áreas de interés y trabajos de investigación en ese campo” es muy ambigua. ¿a qué se refiere el concepto “principales paradigmas y métodos avanzados”? Se debe ser más específico en la redacción de los RA con el fin de que no solo sean avanzados sino asimilables y evaluables.

La competencia CO2 es una competencia transversal que no es específica con la temática de la titulación. Aunque esto no presupone un problema, se debe revisar su asignación a las materias de la dimensión 4, ya que carece de sentido su presencia en materias de perfil técnico.

La competencia CO3 es prácticamente idéntica al CC4 y CC3.

Se deben identificar aquellos RA vinculados a las materias optativas designando un identificativo adicional; por ejemplo, OPT.

[Hemos revisado todo esto en detalle y hemos realizado las modificaciones necesarias resaltando los cambios.](#)

DIMENSIÓN 3: ADMISIÓN, RECONOCIMIENTO Y MOVILIDAD

Los enlaces a la normativa de movilidad de estudiantes no son correctos y se deben actualizar.

[Se han actualizado estos enlaces.](#)

DIMENSIÓN 4: PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

No se incluye una tabla de asignaturas/RA.

En las asignaturas optativas se alcanzan los mismos RA, lo cual no parece lógico, habiendo contenidos diferenciados.

Se definen las tutorías, tanto individuales como grupales, como actividades de refuerzo para la resolución de dudas. Estas tutorías, tal y como se plantean no son una actividad formativa en si misma. Se debe confirmar si se trata de tutorías obligatorias y, en dicho caso, cómo se garantiza el cumplimiento de las mismas. De lo contrario, serán consideradas actividades de refuerzo y no podrán imputar horas en las fichas. Esto no es así para el caso del TFM, en el que las tutorías si son clave para la supervisión del estudiante (A11).



Dado que el TFM puede abordar diferentes temáticas, sería adecuado que le se asigne únicamente la competencia C01.

Hemos revisado esto en detalle y hemos realizado las modificaciones necesarias.

DIMENSIÓN 5: PERSONAL ACADÉMICO

La información no sigue la estructura actual de tablas que establece la Guía de la Fundación. Se deben completar las tablas de la dimensión 5 que aparecen en la guía de la Fundación.

Entendiendo que los datos de esta dimensión no están actualizados, se han detectado algunos aspectos que habría que tener en cuenta:

La Tabla 6.1.2 indica que el TFM son 12 créditos. Se debe aclarar si son 12 ECTS o 9 tal y como se ha indicado en la dimensión 4. Lo mismo ocurre con “Procesamiento de información para la ciencia de datos” o con “Introducción a la Metodología de la Investigación”. La carga total se debe corregir también.

Se debe aclarar por qué la nueva configuración del máster que supone un paso de 72 ECTS a 60 ECTS supone un incremento de la carga docente.

Se indica que tutorías de las asignaturas [A09] son grupales, pero no queda claro su reflejo en la dedicación del profesorado.

Hay discrepancias respecto a lo indicado en la dimensión 4. Por ejemplo, en la tabla de TFM se indica que la [A11] Tutorías es de 15 h/alumno, mientras que en esta dimensión se indica “*Se incluye el tiempo dedicado a tutorías y dirección de TFM. Para calcular este número se ha estimado la carga docente con el número máximo posible de estudiantes matriculados (20 h/estudiante x 30 estudiantes)*”.

No se indica la necesidad de personal de apoyo específico para la impartición del máster.

Hemos revisado esto en detalle y hemos realizado las modificaciones necesarias.

DIMENSIÓN 6: RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE: MATERIALES E INFRAESTRUCTURALES, PRÁCTICAS Y SERVICIOS

Se proporciona una información general perteneciente a la universidad. Se debe enfocar la dimensión a las infraestructuras, recursos hardware y software requeridos por esta titulación en particular y, de ser necesario, el porcentaje de ocupación generado por este máster.

Se ha incluido la información solicitada a este respecto.



Justificación de la Modificación

El Máster Universitario en Ciencia de Datos de la Universidad Autónoma de Madrid lleva impartándose desde el curso 2020-21, ~~contando en la actualidad~~ con un total de 72 ECTS distribuidos en 54 créditos obligatorios (incluidos 12 ECTS del TFM) y 18 optativos.

Según el Real Decreto 822/2021 del 28 de septiembre, el Máster debe adecuarse a un área **ámbito** de conocimiento (**disposición transitoria quinta**) y a un total de 60, 90 o 120 ECTS (**disposición transitoria sexta**). Las asignaturas del Máster están distribuidas actualmente **en 72 ECTS** en el Módulo de Fundamentos de la Ciencia de Datos, el Módulo de Introducción a la Metodología de la Investigación, el Módulo de Temas Avanzados en Ciencia de Datos, y el Trabajo Fin de Máster.

Módulo de Fundamentos de la Ciencia de Datos (36 ECTS obligatorios):

Materia	Asignatura	ECTS
Matemáticas para la Ciencia de Datos	Métodos avanzados en estadística	6
	Computación numérica	3
	Optimización	3
Procesamiento de Información para la Ciencia de Datos	Teoría de la información	3
	Procesamiento de señal y transformadas	3
	Procesamiento de información temporal	3
	Procesos estocásticos	3
Ciencia de Datos	Procesamiento de datos a gran escala	3
	Gestión de datos	3
	Métodos avanzados en aprendizaje automático	6

Módulo de Introducción a la Metodología de la Investigación (6 ECTS obligatorios):

Materia	Asignatura	ECTS
Introducción a la Metodología de la Investigación	Proyecto de Investigación para la Ciencia de Datos	6



Módulo de Temas Avanzados en Ciencia de Datos (18 ECTS), que deben ser cursados eligiendo dentro de las siguientes asignaturas optativas:

Materia	Asignatura	ECTS
Temas Avanzados en Ciencia de Datos	Aprendizaje Profundo para Procesamiento de Señales de Audio	3
	Aprendizaje Profundo para Procesamiento de Señales de Imagen y Vídeo	3
	Aprendizaje Profundo para Procesamiento de Información Biométrica	3
	Neuroinformática	6
	Biodispositivos	6
	Información no estructurada	6
	Métodos funcionales en aprendizaje automático	3
	Aprendizaje por refuerzo	3
	Procesamiento de lenguaje natural	3
	Métodos bayesianos	3

Trabajo Fin de Máster (obligatorio): 12 ECTS.

Propuesta de Modificación

De acuerdo con la disposición adicional quinta del RD 822/21, se propone adscribir el Máster al ámbito de conocimiento "Ingeniería informática y de sistemas".

De acuerdo con la disposición adicional sexta del RD822/21, se propone adecuar el contenido del Máster a un total de 60 ECTS introduciendo las siguientes modificaciones:

- Reducir los ECTS del Trabajo Fin de Máster de los 12 actuales a 9.
- Reducir los ECTS de la asignatura obligatoria "Proyecto de Investigación para la Ciencia de Datos" de los 6 actuales a 3.
- Cambiar el carácter obligatorio de la asignatura "Procesamiento de Señal y Transformadas" (3 ECTS) a optativo.
- Cambiar el carácter obligatorio de la asignatura "Procesos Estocásticos" (3 ECTS) a optativo.



Por otra parte, debido al rápido progreso en los últimos meses en el campo de la IA, se proponen los siguientes cambios:

- Cambiar el nombre de la asignatura optativa “Procesamiento de Lenguaje Natural” (PLN) a “Aprendizaje Profundo para Procesamiento del Lenguaje Natural”, que primero daría una introducción a fundamentos y tareas principales de PLN, para dar paso a modelos de lenguaje y arquitecturas neuronales profundas.
- Crear una asignatura optativa nueva, “Aplicaciones de Tecnologías del Lenguaje” que se enfocaría en las aplicaciones como minería de opinión, agentes conversacionales, generación de resúmenes, traducción automática, etc.
- Cambiar el nombre de la asignatura optativa “Recuperación de Información” a “Sistemas de Recomendación” y modificar su contenido de 6 ECTS a 3 ECTS. Este último cambio viene motivado para no aumentar la oferta total de ECTS optativos.

La orientación del Máster tras la modificación propuesta sigue siendo investigadora, pues se cumple que el conjunto del TFM (9 ECTS) y la asignatura de “Proyecto de Investigación para la Ciencia de Datos” (3 ECTS) suman 12 ECTS.

Por otra parte, los ECTS de matrícula mínima y máxima necesarios según curso son en la UAM:

- Mínimo ECTS por curso: 24 ECTS (matrícula a tiempo parcial); 37 ECTS (matrícula a tiempo completo).
- Máximo ECTS por curso: 36 ECTS (matrícula a tiempo parcial); 60 ECTS (matrícula a tiempo completo).

~~Finalmente, el perfil de egreso del título es científico de datos en empresas de tecnología y centros de investigación.~~

Perfiles de Egreso del Título

El Máster Universitario en Ciencia de Datos, con orientación investigadora, capacita para desempeñar con éxito tareas de investigación y desarrollo en ~~diversos campos~~ **donde se requiera un análisis y gestión avanzada de los datos**. Las personas egresadas estarán preparadas para abordar retos complejos y aportar soluciones innovadoras en entornos multidisciplinares, con un enfoque particular en la investigación científica y aplicada.

Posibles Profesiones y Puestos Profesionales

Las personas egresadas del Máster Universitario en Ciencia de Datos, con perfil investigador, estarán capacitadas para desempeñar una variedad de roles en diferentes sectores, con un enfoque especial en la investigación y el desarrollo. El perfil investigador del máster implica que las personas egresadas estarán especialmente preparadas para contribuir significativamente a la investigación y la



innovación en sus respectivos campos. A continuación, se presenta un listado de posibles profesiones y puestos profesionales pertinentes:

- **Investigador/a en Ciencia de Datos**, conduciendo investigaciones avanzadas en universidades, centros de investigación, laboratorios y departamentos de I+D de empresas de tecnología. Los egresados desarrollarán nuevas metodologías y técnicas en el campo de la ciencia de datos, y llevarán a cabo proyectos de innovación para crear y mejorar aplicaciones de inteligencia artificial y aprendizaje automático. Las personas egresadas del Máster pueden ingresar en un programa oficial de doctorado relacionado con la Ciencia de Datos y realizar una tesis doctoral en esta área.
- ~~Investigador/a en Ciencia de Datos~~, realizando investigaciones avanzadas en universidades, centros de investigación y laboratorios, desarrollando nuevas metodologías, técnicas y algoritmos en el campo de la ciencia de datos, y publicando sus resultados de investigación en conferencias y revistas científicas de alto impacto.
- ~~Científico/a de Datos en I+D~~, trabajando en departamentos de investigación y desarrollo de empresas de tecnología, llevando a cabo proyectos de innovación y desarrollo de nuevas aplicaciones de inteligencia artificial y aprendizaje automático, y colaborando en proyectos de investigación interdisciplinarios que aborden problemas complejos desde múltiples perspectivas.
- **Analista de Datos en Investigación**, interpretando datos y generando conocimiento valioso para proyectos de investigación en sectores como la salud, biomedicina, economía, y ciencias sociales.
- **Desarrollador/a de Algoritmos**, creando y optimizando algoritmos de aprendizaje automático y análisis de datos para mejorar productos y servicios innovadores.
- ~~Consultor/a en Ciencia de Datos~~, asesorando a organizaciones en la implementación de soluciones de datos basadas en la investigación científica que mejoren su rendimiento y competitividad, innovando en la gestión y procesamiento de grandes volúmenes de datos.
- ~~Docente en Universidad~~, impartiendo conocimientos avanzados en ciencia de datos y dirigiendo proyectos de investigación en instituciones académicas. Las personas egresadas del Máster pueden ingresar en un programa oficial de doctorado relacionado con la Ciencia de Datos y realizar una tesis doctoral en esta área. También, pueden participar en redes y consorcios de investigación, contribuyendo al avance del conocimiento en ciencia de datos.

En resumen, los egresados del Máster en Ciencia de Datos con perfil investigador estarán altamente cualificados para abordar los desafíos actuales y futuros en el ámbito de la ciencia de datos, tanto en entornos profesionales como académicos, contribuyendo al avance del conocimiento y la tecnología en este campo.

A partir de la siguiente página se adjunta el documento de justificación aportado en el **Verifica** la memoria inicial de verificación del título.



Título: Máster Universitario en Ciencia de Datos
Centro: Escuela Politécnica Superior
Universidad Autónoma de Madrid

Justificación, adecuación de la propuesta y procedimientos

La ciencia de datos es una disciplina cuyo objeto es la **extracción y elaboración de conocimiento a partir de datos**. Su reciente auge es el resultado de las grandes mejoras en la capacidad de cómputo y la disponibilidad de grandes cantidades de información en formato electrónico, como resultado de esfuerzos sistemáticos de recogida de datos (por ejemplo, registros medioambientales, médicos, en plataformas de educación en línea, en redes de sensores, etc.) y del extendido uso de medios digitales para la comunicación, interacción social y el comercio. No obstante, el progreso en el procesamiento, modelización y análisis de estos datos ha sido posible principalmente gracias al desarrollo continuo de métodos computacionales y matemáticos avanzados. En concreto, la investigación e innovación en ciencia de datos se nutre de los avances realizados en la estadística aplicada, el procesamiento de información, y el aprendizaje automático. Para abordar los problemas de la ciencia de datos es necesaria la **formación de profesionales e investigadores con sólidos conocimientos y amplias competencias en estos campos**. Por estas razones, proponemos ofertar en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid (EPS-UAM) un Máster Universitario en esta área con una clara orientación a la **innovación e investigación**. El máster está dirigido a estudiantes con el título de grado en Ingenierías afines a la Informática y las Telecomunicaciones, en Matemáticas y, en general, en áreas científicas y tecnológicas afines. En todo caso deberán poseer competencias suficientes en Programación, Cálculo, Álgebra Lineal, Probabilidad y Estadística. La oferta será de 30 plazas.

Interés y relevancia del título

La producción mundial de datos en formato digital ha crecido de manera exponencial en las últimas décadas. La tendencia no solo no se está frenando, sino que sigue en alza. Según varios informes (por ejemplo, IBM 2017), el 90% del volumen de datos en el mundo ha sido generado en los últimos dos años. La sociedad digital produce diariamente varios exabytes de datos generados en transacciones comerciales, la interacción con servidores y buscadores web, la interacción en medios sociales, la producción de imágenes, música y vídeo, la emisión de datos geolocalizados con dispositivos móviles, sensores meteorológicos (atmosféricos, oceánicos), etc. Nunca antes había estado disponible tal cantidad de información. Esta abundancia de datos plantea enormes retos y dificultades para su manejo y aprovechamiento. Para abordar dichos retos, es necesario el desarrollo y despliegue sostenido de nuevas soluciones y tecnología a pequeña y gran escala durante un periodo previsiblemente largo.

En este contexto, el científico de datos se perfila como un profesional clave para responder a estas necesidades. Como botón de muestra, un informe reciente de *Burning Glass* e IBM (Miller & Hughes 2017) en el ámbito de EE UU indica que en 2016 la oferta de empleo para científicos de datos aumentó en torno a un 50% respecto al año anterior. Este mismo informe proyecta que en 2020 la oferta en el ámbito de la ciencia de datos superará los 60.000 nuevos empleos. Las cifras son mucho más altas aún si se consideran perfiles más amplios dentro del ámbito de la gestión y analítica de datos.



En el contexto europeo diversos estudios realizados por diversos gobiernos nacionales (en Francia: Vilani 2018; en Alemania: *Deutsches Bundesregierum* 2018, en España: GTIA, 2019) dentro de la iniciativa de la Comisión Europea para fomentar el desarrollo la Inteligencia Artificial (EC 2018), se ha puesto de manifiesto la necesidad de establecer programas de formación transversales y específicos en temáticas relacionadas con la Inteligencia Artificial tanto a nivel Universitario (Grado, Master, Doctorado) como de Formación Profesional.

En este panorama, el sector tecnológico está encontrando importantes dificultades para cubrir su necesidad de personal cualificado en Ciencia de Datos. Los analistas del sector coinciden en describir un panorama como éste: *“Hiring difficulties are widespread for analytics roles, and many Data Science and Analytics jobs are among the hardest to fill in the entire market”* (Miller & Hughes 2017).

Gigantes del sector tecnológico (*Microsoft, Facebook, Google, LinkedIn, Twitter, Amazon, IBM, Apple, Alibaba*) compiten por captar profesionales con este perfil, como se refleja en sus ofertas de empleo. La misma tendencia se da en grandes empresas en la vanguardia de las nuevas tecnologías (*Spotify, Netflix, eBay, Airbnb, Uber, Criteo*, etc.), e igualmente en el ámbito nacional (*BBVA, Banco Santander, CaixaBank, Telefónica, Ferrovial, Iberdrola, Indra, Accenture, GMV, Cepsa, Naturgy*, por citar algunas empresas conocidas), se demanda explícitamente el perfil de científico de datos en la oferta de empleo. Tanto PyMEs como *startups* se encuentran en una situación similar. La demanda abarca muy diversos sectores: tecnología, finanzas, seguros, comercio minorista, salud, logística, energía, administraciones, etc., en los que las empresas están creando divisiones y departamentos enteros orientados a la ciencia de datos.

Los analistas coinciden en observar que se siguen generando más trabajos en ciencia de datos que los profesionales que se producen (Orihuela & Bass 2015). Junto con el aprendizaje automático, es el área de empleo que más rápido está creciendo en el sector tecnológico. El informe de LinkedIn de 2017 sobre los perfiles profesionales observados en la plataforma sitúa al perfil de *“Data Scientist”* como el segundo que más rápido ha crecido en EE UU desde 2012, después de *“Machine Learning Engineer”* (Bowley 2017). Asimismo, de acuerdo con el informe de 2018 (Berger 2018) la demanda de estos dos perfiles sigue creciendo de manera vigorosa. Un informe de *CareerCast* (2017) situó igualmente al científico de datos como el puesto más difícil de cubrir en 2017. La tendencia creciente es una predicción recurrente en otros informes (Manyika 2011, Pierson 2015). Otra muestra añadida de la escasez de profesionales en ciencia de datos es que estos puestos se sitúan entre los mejor pagados del sector tecnológico. Un informe reciente en el ámbito de EE UU identifica el perfil de científico de datos como el mejor empleo por quinto año consecutivo (McGregor 2018).

Las capacidades demandadas en ciencia de datos se ubican en niveles avanzados de formación, con un alto porcentaje de demanda en perfiles de máster y doctorado: *“Overall, 39% of Data Scientists and Advanced Analysts require a master’s or Ph.D. These degrees take additional years of schooling to complete, so it will take a significant time investment to train a larger pool of workers. Therefore, because these roles are already undersupplied and projected to grow rapidly, the skills shortage is in danger of worsening”* (Miller & Hughes 2017). Entre las capacidades específicas, la que más crecimiento de la demanda se vaticina que experimente es la de la ciencia



de datos, con un crecimiento superior al 90% en los próximos dos años según este mismo informe.

Referentes académicos externos

En este contexto de creciente demanda de profesionales en el sector de la ciencia de datos, son numerosas las universidades que, tanto a nivel nacional como internacional, están ofertando titulaciones similares a la propuesta. Entre otros, para la elaboración de este documento se han tomado como referencia los siguientes programas:

Estudios de “Máster en Ciencia de Datos” en universidades internacionales:

- ETH Zürich
Master in Data Science
<https://www.inf.ethz.ch/studies/master/master-ds.html>

La *Escuela Politécnica Federal de Zúrich (Eidgenössische Technische Hochschule Zürich)* es una de las universidades de referencia internacional en el área de la ingeniería. Del programa de Máster en Ciencia de Datos destaca la solidez de la formación que proporciona en los fundamentos teóricos de la disciplina, así como el carácter interdisciplinar de la optatividad que ofrece.

- University College London
Master in Data Science
<http://www.ucl.ac.uk/prospective-students/graduate/taught/degrees/data-science-msc>

De este programa destaca la excelente formación que proporciona en métodos estadísticos y computacionales para el aprendizaje automático.

- Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) Munich
MS in Data Science
<http://www.m-datascience.mathematik-informatik-statistik.uni-muenchen.de/index.html>

En este máster destaca el énfasis en el diseño y gestión de procesos para el análisis y la extracción de conocimiento a partir de conjuntos de datos de gran tamaño y estructura compleja. En las asignaturas se abordan cuestiones de seguridad, confidencialidad y ética, que son extremadamente importantes en el despliegue de las tecnologías de la Ciencia de datos en aplicaciones prácticas.

- University of Helsinki
Master in Data Science
<https://www.helsinki.fi/en/programmes/master/data-science/degree-structure>

Este programa, adicionalmente a la especialización en áreas tales como infraestructura, algoritmos y estadística avanzada proporciona la posibilidad de especializarse en áreas de las ciencias naturales, y en particular en Física.



- Stanford University
M.S. in Statistics: Data Science
<https://statistics.stanford.edu/academics/ms-statistics-data-science>

En la Universidad de Stanford, dentro de la especialidad en Ciencia de Datos del máster en Estadística, se proporciona una sólida formación en los métodos matemáticos, estadísticos y computacionales. Entre las asignaturas de fundamentos matemáticos, se incluyen “Álgebra lineal numérica”, “Optimización”, y asignaturas sobre probabilidad, inferencia estadística y aprendizaje automático.

- Carnegie Mellon University
Master of Computational Data Science
<https://mcds.cs.cmu.edu/learn-us-curriculum>

Este programa está orientado a proporcionar formación en el diseño de la infraestructura computacional para la gestión, procesamiento y extracción de información a partir de macrodatos. Se abordan temas como el almacenamiento de datos, sistemas operativos distribuidos, arquitecturas paralelas, computación en la nube, etc.

- New York University (NYU)
MS in Data Science
<http://cde.nyu.edu/academics/ms-in-data-science/>

De este programa destaca la importancia que se asigna a un proyecto que deben realizar los estudiantes como requisito para la obtención del título. En dicho proyecto se abordan problemas en Ciencia de Datos que pueden plantearse en entornos académicos, o de la industria. Se espera que el estudiante aborde el proyecto de manera integral, desde la recolección y preprocesamiento de datos hasta el diseño e implementación de un método computacional que resuelva el problema.

Estudios de Ciencia de datos en universidades españolas:

- UC3M
Máster Universitario en Estadística para la Ciencia de Datos (Data Science)
https://www.uc3m.es/ss/Satellite/Postgrado/es/Detalle/Estudio_C/1371237139502/1371219633369/Master_Universitario_en_Estadistica_para_la_Ciencia_de_Datos#programa

Este programa de 60 ECTS tiene como objetivo la formación de profesionales en Ciencia de Datos. Se plantean dos posibles vías: una metodológica, en la que se hace énfasis sobre los métodos estadísticos necesarios para abordar los problemas de la ciencia de datos y otra aplicada, orientada a aplicaciones, consultoría y computación de alto rendimiento.

- Universitat de València
Máster Universitario en Ciencia de Datos



<https://www.uv.es/uvweb/master-ciencia-datos/es/programa-del-master/plan-estudios/plan-estudios-1285949660950.html>

Se trata de un programa de 90 ECTS, en el que se proporciona una formación muy completa en Ciencia de Datos. Cabe destacar, además de la presencia de asignaturas que proporcionan formación en métodos matemáticos para la ciencia de datos, la inclusión de la asignatura “Análisis de señales”, y el énfasis en las aplicaciones en Biomedicina, como en el máster que proponemos.

- Universitat de Barcelona
Master's degree in the foundations of Data Science
<http://www.ub.edu/datascience/master/program.html>

En este programa se combinan asignaturas obligatorias, en las que se abordan temas básicos y herramientas para la Ciencia de Datos (optimización, álgebra lineal numérica, estadística bayesiana, aprendizaje automático) con optativas en temas punteros (aprendizaje profundo, bases de datos avanzadas, etc.) y aplicaciones (sistemas de recomendación, visión por ordenador, etc.)

- Universidad de Granada [48 + TFM 12]
Máster Universitario en Ciencia de Datos e Ingeniería de Computadores
<http://masteres.ugr.es/datcom/>

En la especialidad en Ciencia de Datos y Tecnologías Inteligentes de este máster, se abordan temas de infraestructura para el almacenamiento, la gestión, el procesamiento y el análisis de grandes volúmenes de datos, el diseño de sistemas de recuperación de información y de recomendación y aspectos avanzados de la minería de datos (aprendizaje a partir de flujos de datos, en medios sociales, procesos, etc.). También destaca la introducción de métodos de *soft computing* y bioinspirados para el aprendizaje y la optimización.

Mecanismos de consulta internos:

Para la creación del presente Máster y la elaboración de la memoria de verificación ha sido creada una comisión interna en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid en la que, además del grupo promotor del máster, tienen representación los dos departamentos de la Escuela, así como los estudiantes y el personal investigador en formación. Se ha contado asimismo con el asesoramiento de profesores del departamento de matemáticas de la Universidad Autónoma de Madrid.

De acuerdo con el procedimiento establecido por la Universidad Autónoma de Madrid para la propuesta y elaboración de títulos de máster, la propuesta de creación del Máster en Ciencia Datos comenzó con la redacción de un documento preliminar acompañado de la propuesta de comisión para la elaboración del plan de estudios. Ambos documentos han sido aprobados en la Junta de Centro de la EPS y en el Consejo de Gobierno de la Universidad. Tras dicha aprobación la comisión empezó a trabajar en la elaboración de la memoria de verificación, que ha sido sometida a



revisión por los vicerrectores Dr. Juan Antonio Huertas Martínez (Coordinación Académica y de Calidad) y Dra. M^a Teresa Parra Catalán (Estudios de Posgrado).

Mecanismos de consulta externos:

En cuanto a los mecanismos de consulta externos utilizados para la elaboración del plan de estudios, se ha tenido en cuenta:

1. Evaluación de la potencial demanda profesional de investigadores en el ámbito del máster. Se examinaron portales de empleo y recientes estudios de mercado analizando el mercado laboral relacionado con la Ciencia de Datos como por ejemplo:
 - Informe de Miller & Hughes (2017) que observa que las capacidades demandadas en ciencia de datos se ubican en niveles avanzados de formación, con un alto porcentaje de demanda en perfiles de máster y doctorado
 - Informe de LinkedIn de 2017 sobre los perfiles profesionales observados en la plataforma
 - Informe de *CareerCast* (2017) que sitúa al científico de datos como el puesto más difícil de cubrir
 - Los cinco profesionales que marcarán tendencia en 2019 (periódico *Expansión*):
[https://www.expansion.com/expansion-
empleo/empleo/2019/01/16/5c3f612c268e3ee11b8b46d0.html](https://www.expansion.com/expansion-empleo/empleo/2019/01/16/5c3f612c268e3ee11b8b46d0.html)
 - Profesionales más buscados en 2019 (Periódico *Expansión*):
[https://www.expansion.com/expansion-
empleo/empleo/2019/01/08/5c349c4122601d44768b4594.html](https://www.expansion.com/expansion-empleo/empleo/2019/01/08/5c349c4122601d44768b4594.html)

Esta demanda de perfiles especializados también se observa en el marco internacional. La conclusión es que existe una amplia demanda de profesionales con un perfil investigador en Ciencia de Datos.

2. Consultas con investigadores/académicos expertos sobre el plan de estudios propuesto, obteniendo respuestas positivas en todos los casos y sugerencias que han servido para mejorar el plan de estudios.
3. Consulta a colegios profesionales de Ingeniería Informática e Ingeniería de Telecomunicación, obteniendo respuestas positivas en todos los casos.
4. Consultas con empresas del mundo laboral. La Universidad Autónoma de Madrid ha consultado con empresas privadas la opinión sobre la propuesta del máster y la demanda de especialistas en la Ciencia de Datos. La respuesta obtenida ha sido favorable a los estudios propuestos indicando claramente la necesidad de perfiles especialistas con la formación impartida en el máster.



En resumen, todas las consultas realizadas han recibido una respuesta muy satisfactoria claramente apoyando la idoneidad del plan de estudios y gran oportunidad que representa esta propuesta de máster. A continuación, se especifican casos concretos que evidencian los puntos anteriores.

Como parte del punto 2 de los mecanismos de consulta externos, se han realizado consultas con los siguientes investigadores, especialistas en el área de inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático dentro del ámbito universitario:

- Dra. Amparo Alonso Betanzos. Catedrática de Universidad en el Departamento de Computación de la Facultad de Informática de Universidade da Coruña (UDC). Coordina el grupo de investigación LIDIA (Laboratorio de I+D en Inteligencia Artificial) y es Presidenta de la Asociación Española de Inteligencia Artificial (AEPIA).
- Dr. Francisco Herrera Triguero, Catedrático de Universidad en el Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial, en la Universidad de Granada. Director del grupo de investigación “*Soft Computing y Sistemas de Información Inteligentes*”.
- Dr. Pedro Larrañaga, Catedrático de Universidad en el departamento de Inteligencia Artificial de la Universidad Politécnica de Madrid y director del grupo de investigación “*Computational Intelligence Group*” .
- Dr. Juan José Rodríguez Díez. Profesor Titular de Universidad en la Universidad de Burgos. Coordinador del grupo de investigación “*ADMIRABLE: Advanced Data Mining Research And LEarning*”.
- Dr. Emilio Soria Olivas. Catedrático de Universidad en el Departamento de Ingeniería Electrónica de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universitat de València. Coordina el grupo de investigación IDAL (Intelligent Data Analysis Laboratory). Es miembro de la Comisión de Seguimiento del Grado en Ciencia de Datos de la UV y es el coordinador del máster en Ciencia de Datos de la UV.

Con respecto al punto 3 de los mecanismos de consulta externos (colegios profesionales de Ingeniería Informática e Ingeniería de Telecomunicación) se ha consultado con:

- Carlos Risueño: Miembro del Consejo de Colegios de Ingeniería informática (CCII)
- Adrián Nogales, Director de Relaciones Institucionales del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT)
- Alejandro Gil, Gerente de la Delegación de la Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación de la Comunidad de Madrid (AEITM)

Asimismo, con respecto al punto 4 de los mecanismos de consulta externos se ha consultado con investigadores de empresas e institutos de i+D+I que desarrollan su



actividad en el área de la ciencia de datos. En concreto, se han recibido cartas de interés y apoyo por el programa por parte de:

- Dr. David López-Paz. Investigador en *Facebook AI Research* (París, Francia)
- Dr. Enrique Alfonseca. Investigador en *Google AI* (Zürich, Suiza).
- *Instituto de Ingeniería del Conocimiento* [<http://www.iic.uam.es/>]

El Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC) es una entidad privada de I+D+i especializada en la extracción de conocimiento a partir de grandes volúmenes de datos heterogéneos (Big Data) y la optimización de procesos empresariales en campos como la banca, la salud, los medios sociales, la energía y la gestión del talento en RR. HH.

- *Redexis* [<http://www.redexisgas.es/>]
Redexis una compañía integral de infraestructuras energéticas que apuesta por la excelencia y la innovación con la finalidad de contribuir activamente al bienestar social y al desarrollo sostenible.
- *Cognodata Consulting* [<http://www.cognodata.com/>]
Creada en 2001, Cognodata es una empresa de consultoría de tecnología y procesos pionera en España en el uso de Machine Learning e Inteligencia Artificial en problemas como Customer Analytics, People Analytics y modelización predictiva, desarrollando sus propios productos y procesos con un alto componente tecnológico.
- *Agruposistemas* [<http://www.agruposistemas.es/>]
Agruposistemas es una empresa creada en 2002 que ofrece servicios integrales en tecnología e innovación.
- *Antartyca* [<http://www.antartyca.com/>]

Grupo de empresas que cuenta con una marca especializada en Big Data y Ciencia de Datos (AIRENOVE).

Estas cartas se adjuntan al final de este documento.

Como resultado del mecanismo de consulta externo, el plan de estudios ha sido revisado, sobre todo en lo relativo a los aspectos éticos, cuestiones de privacidad de los datos y confidencialidad de la información. Estas cuestiones son cruciales en la investigación académica y en el desarrollo de aplicaciones prácticas de la Ciencia de Datos, por lo que han sido incluidas de manera transversal en el diseño de las actividades de formación.



Relación con otros títulos impartidos en EPS-UAM:

A continuación se incluye el listado de másteres oficiales impartidos dentro del programa de posgrado de EPS-UAM:

- Máster Universitario en Bioinformática y Biología Computacional
- Máster Universitario en Ingeniería Informática
- Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación
- Máster Universitario en Investigación e Innovación en Inteligencia Computacional y Sistemas Interactivos.
- Máster Inter-Universitario en Métodos Formales en Ingeniería Informática
- Máster Universitario en *Image Processing and Computer Vision* (IPCV)

Se imparten en estos programas asignaturas relacionadas con el procesamiento de información, el análisis de señal y el aprendizaje automático. Sin embargo, en ninguno de ellos se pueden adquirir las competencias contenidas en esta propuesta, que garantizan una formación sólida en innovación e investigación en Ciencia de Datos.

Existe, no obstante, un título propio, el “*Máster en Big Data y Data Science: Ciencia e Ingeniería de Datos*” en el que se proporciona formación práctica, centrada en el uso de las tecnologías de macrodatos, con un enfoque netamente profesional. Dada la orientación y el público potencial al que se dirige este título propio, suficientemente diferenciados, no se anticipan confusión ni existe solapamiento significativo con el máster oficial cuyo diseño se detalla en esta propuesta.

Asimismo, desde la EPS-UAM se ha puesto en marcha una iniciativa para diseñar un Máster Universitario en “*Deep Learning for Audio and Video Signal Processing*”. Este máster tendría un carácter especializado, proporcionando formación específica en métodos de aprendizaje profundo aplicados al procesamiento de señales de audio y vídeo. Se trata por tanto de una oferta complementaria a la propuesta actual.

Investigación en Ciencia de Datos en EPS-UAM:

La investigación en EPS-UAM se realiza en el marco de los siguientes grupos:

- Computación y Redes de Altas prestaciones
- Grupo de Aprendizaje Automático
- Grupo de Neurocomputación Biológica
- Hardware & Control Technology Laboratory
- Inteligencia Aplicada y Análisis de datos
- Laboratorio de sistemas digitales
- Grupo de Herramientas Interactivas Avanzadas
- Grupo de Modelado e Ingeniería del software
- Grupo de Radiofrecuencia: Circuitos, Antenas y Sistemas
- Grupo de Tratamiento de Señales Biomédicas
- Grupo de Recuperación de Información
- Video Processing & Understanding Lab



- Audio, Data Intelligence and Speech
- Biometrics & Data Pattern Analytics
- Grupo de Sensores Ambientales
- Medical Engineering Development & Innovation Center

En la mayoría de ellos existen investigadores expertos en áreas relacionadas con el procesamiento de información, el análisis de señal, o el aprendizaje automático, áreas relevantes para la Ciencia de Datos. Adicionalmente, en otros grupos desempeñan su labor especialistas en campos que son de interés para el diseño, implementación e implantación de sistemas Inteligentes basados en datos (sistemas digitales, computación de altas prestaciones, desarrollo de software, herramientas interactivas, etc.) y en aplicaciones (ingeniería biomédica, neurocomputación, control, etc.). Estos grupos están capacitados para acoger en su seno a estudiantes del máster en Ciencia de Datos que deseen iniciarse en la investigación. Se garantiza de este modo que exista una oferta suficientemente amplia y variada para la realización de Trabajos de Fin de Máster con una importante componente investigadora o de innovación.

Referencias

G. Berger. “*LinkedIn’s 2018 U.S. Emerging Jobs Report*”, Dec. 2018.
[\[https://economicgraph.linkedin.com/research/linkedin-2018-emerging-jobs-report\]](https://economicgraph.linkedin.com/research/linkedin-2018-emerging-jobs-report)

Deutsches Bundesregierung "Eckpunkte der Bundesregierung für eine Strategie Künstliche Intelligenz", julio 2018
[\[https://www.bmbf.de/files/180718%20Eckpunkte_KI-Strategie%20final%20Layout.pdf\]](https://www.bmbf.de/files/180718%20Eckpunkte_KI-Strategie%20final%20Layout.pdf)

R. Bowley. “*LinkedIn’s 2017 U.S. Emerging Jobs Report*”, Dec. 2017.
[\[https://economicgraph.linkedin.com/research/LinkedIns-2017-US-Emerging-Jobs-Report\]](https://economicgraph.linkedin.com/research/LinkedIns-2017-US-Emerging-Jobs-Report)

CareerCast. “*The Toughest Jobs to Fill in 2017*”. CareerCast.com, 2017.

European Commission (EC). “*Artificial Intelligence for Europe*.” abril 2018
[\[https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/communication-artificial-intelligence-europe\]](https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/communication-artificial-intelligence-europe)

Grupo de trabajo de la fundación Cotec sobre Big Data, “*Generación de talento Big Data en España*,” 2017 [\[http://informecotec.es/media/BIG-DATA-FINAL-web.pdf\]](http://informecotec.es/media/BIG-DATA-FINAL-web.pdf)

IBM. “*10 Key Marketing Trends for 2017 and Ideas for Exceeding Customer Expectations*.” Watson Marketing, July 2017.

J. Manyika et al. “*Big Data: The Next Frontier for Innovation, Competition, and Productivity*.” McKinsey & Co., May 2011.

J. McGregor. “*The 50 Best Jobs in America According to Glassdor*.” The Washington Post, Jan. 2018.



S. Miller and D. Hughes. “*The Quant Crunch – How the Demand for Data Science Skills is Disrupting the Job Market.*” Burning Glass Technologies, 2017.

R. Orihuela and D. Bass. “*Help wanted: Black Belts in Data.*” Bloomberg Business Week, June 2015.

L. Pierson. “*The State of Data Science. Stitch Data*”, June 2015.

Grupo de Trabajo en Inteligencia Artificial (GTIA) y Secretaría General de Coordinación de Política Científica del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades “*Estrategia Española de I+D+I para la Inteligencia Artificial*”, marzo 2019

[http://www.ciencia.gob.es/stfls/MICINN/Ciencia/Ficheros/Estrategia_Inteligencia_Artificial-IDI.pdf]

Villani, C. “*For Meaningful Artificial Intelligence. Towards a French and European Strategy.*”, 2018

[https://www.aiforhumanity.fr/pdfs/MissionVillani_Report_ENG-VF.pdf]



Dr. David Lopez-Paz
Research Scientist
Facebook AI Research
Paris, France
dlp@fb.com

June 4, 2019

Dear Sir or Madam,

Machine learning is fueling impressive advances across a variety of applications, including image processing, language translation, transportation, health-care, and customized advertisement. The ever-increasing amount of data in these, as well as in new domains, is driving a very strong demand for specialists able to devise and implement state-of-the-art machine learning systems.

As an alumnus of the Escuela Politécnica Superior at the Universidad Autónoma de Madrid, I attest the talent of both its professors and students, as well as a lack of up-to-date post-graduate courses that deepen into the fundamentals of machine learning and artificial intelligence. Thus, we are lucky to face an unique opportunity for the creation of a new post-graduate program in data science.

In summary, I would like to hereby convey my strongest support towards the creation of the proposed “Master en Ciencia de Datos”. I expect that this program will unlock collaborations between the EPS-UAM and industries performing research in artificial intelligence, in the form of external lectures and student internships. This is an important step to place the EPS-UAM at the fore-front of the Spanish efforts in machine learning.

Sincerely,



Dr. David Lopez-Paz



Professor Alberto Suarez
Escuela Técnica Superior de Informática
Universidad Autónoma de Madrid

28 May 2019

To whom it may concern,

Data Science deals with tools, resources, algorithms and processes that allow humans to learn useful insights from large amounts of data. The amount of information generated and stored in digital form has grown exponentially in the past decades, and data science has become commonplace to improve all kinds of everyday tools, from information and communication technologies to risk management, healthcare and wellbeing or education, to cite a few.

Data Science is a multidisciplinary area in Computer Science that brings together Database Systems, Machine Learning and Artificial Intelligence, Privacy and Security and Statistics. The proposed curriculum for the new master in Data Science at the Escuela Politécnica Superior, Universidad Autónoma de Madrid should provide the students with a robust understanding of the field, from the foundations in the area to the latest trends in data science. In that respect, I view the proposed curriculum as having strong potential in educating new specialists on these highly demanded skills.

Yours faithfully,



Enrique Alfonseca
Research Manager
Google Switzerland
Brandschenkestrasse 110
8002 Zurich



A quien puede interesar:

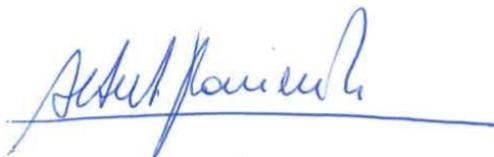
La digitalización de prácticamente cualquier sector de la economía y de la sociedad ha generado no solo un enorme volumen de datos, sino también la oportunidad e incluso la necesidad de explotar los mismos para mejorar procesos ya existentes y abrir nuevas actividades.

Esto ha hecho que la ciencia de datos en general y el aprendizaje automático en particular hayan cobrado un gran auge acompañado, entre otros, de una demanda constante de profesionales preparados en estos campos.

En la opinión del Instituto de Ingeniería del Conocimiento dicha preparación debe abordar por supuesto las metodologías y tecnologías más punteras, pero también debe incluir una formación en profundidad suficiente en los fundamentos científicos de los distintos modelos y algoritmos.

Esta opinión está contrastada con nuestra experiencia de colaboración en investigación e innovación con la Universidad Autónoma de Madrid desde nuestra creación en 1989, y con el gran número de profesionales del IIC formados en los distintos grados y másteres de la misma.

Bajo esta perspectiva, vemos la oferta del **nuevo Master en Ciencia de Datos** por parte de la Escuela Politécnica Superior de la UAM como una oportunidad muy positiva de formar nuevos profesionales en los perfiles más avanzados en aprendizaje automático y ciencia de datos.



Alberto Barrientos Álvarez

Instituto de Ingeniería del Conocimiento

Director general



Madrid, a 3 de julio de 2019

A quien pueda interesar:

La digitalización que han sufrido todos los sectores, ha propiciado la oportunidad de analizar y explotar los datos para mejorar los procesos, descubrir oportunidades e incrementar la eficiencia.

Todo ello sólo es posible con profesionales de la ciencia del dato, por lo que esta actividad ha cobrado un auge importante y por tanto la demanda de profesionales con conocimientos especializados en este área.

La preparación de estos profesionales debe incluir metodologías y tecnologías novedosas, pero también un profundo conocimiento de las materias necesarias para desarrollar algoritmos y modelos que respondan a estas necesidades.

Por tanto, consideramos que la oferta de un máster en ciencia de datos impartido por la Escuela Politécnica Superior de la UAM, puede contribuir muy positivamente a la formación de estos profesionales tan necesarios actualmente.

Atentamente,



Dña. Mercedes Barreiro Hernández
Directora de Recursos Corporativos



cognodata,

Madrid, 17 de Octubre 2019

A quien pueda interesar:

En el contexto actual, la digitalización de prácticamente cualquier sector de la economía y de la sociedad ha generado no solo un enorme volumen de datos, sino también la oportunidad e incluso la necesidad de explotar los mismos para mejorar procesos ya existentes y encontrar nuevos nichos de negocio. Esto ha hecho que la ciencia de datos en general y el aprendizaje automático en particular hayan cobrado un gran auge acompañado, entre otros, de una demanda constante de profesionales preparados en estos campos.

En la opinión de Cognodata Consulting, consultora especializada en el análisis avanzado de datos, dicha preparación debe abordar por supuesto las metodologías y tecnologías más punteras, pero también debe incluir una formación en profundidad suficiente en los fundamentos científicos de los distintos modelos y algoritmos.

Esta opinión además está contrastada con nuestra experiencia de colaboración en investigación e innovación con la Universidad Autónoma de Madrid desde nuestra creación en 2001, y con el gran número de profesionales de Cognodata formados en los distintos grados y másteres de la misma.

Bajo esta perspectiva, vemos la oferta del nuevo Máster en Ciencia de Datos por parte de la Escuela Politécnica Superior de la UAM como una oportunidad muy positiva de formar nuevos profesionales en los perfiles más avanzados en aprendizaje automático y ciencia de datos.


Fernando José Corbacho Abelaira

Director General

Cognodata Consulting SL

cognodata,
Edificio Guzzo III • Paseo de la Castellana, 135
28046 Madrid • Tel.: 91 411 63 15



Antartyca

C/ Isabel Colbrand 10, of. 123
28050 Madrid

Teléfono: 91 736 0053
www.antartyca.com

En Madrid a 16 de Octubre de 2019

A quien pueda interesar:

Como empresa del sector apoyamos la creación del master en Ciencia de Datos en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) y además nos parece muy apropiado el plan de formación propuesto para este master.

Como grupo de empresas de tecnología contamos con una marca especializada en Big Data y Ciencia de Datos (AiRENOVE) y podemos afirmar que en la actualidad nos encontramos en un momento de crecimiento de la demanda de profesionales expertos en big data y ciencia de datos, a la vez que nos encontramos con una escasez importante de profesionales expertos en la materia. Esto es consecuencia de que en los últimos años las empresas son cada vez mas conscientes de la ventaja competitiva que supone sacar valor a los datos.

En consecuencia, creemos que los master van a ayudar a paliar esta carencia de profesionales y a mejorar la competitividad de nuestras empresas.

Atentamente,

Antartyca Consulting SL

Fdo: Jorge Domenech

General Manager





Agrupado Sistemas, S.L.

C/ Isabel Colbrand 10, Oficina 94
28050 Madrid

Teléfono: 91 736 00 53
<http://www.agruposistemas.es>

En Madrid a 16 de octubre de 2019

A quien pueda interesar:

Hemos tenido conocimiento del máster en Ciencia de Datos impartido por la Escuela Politécnica Superior de la UAM para la formación de profesionales en esta área.

Como empresa consultora informática especializada en los procesos de Desarrollo de software e integración para empresas y Transformación Digital,

Consideramos

- Los nuevos procesos de negocio para el entorno de empresas conocido como Empresas 4.0, los cambios en los procesos de análisis y toma de decisiones de las empresas hacia entornos predictivos
- Las necesidades presentes y futuras de este tipo de profesionales y su preparación en metodologías y tecnologías acordes a este nuevo enfoque
- La digitalización que están sufriendo todos los sectores, su necesidad de analizar y explotar los datos para mejorar los procesos

Hacen imprescindible poder disponer de profesionales de la ciencia del dato con conocimientos especializados en esta área. Buenos fundamentos para el desarrollo de modelos y algoritmos.

Por tanto, estamos convencidos que la oferta del referido **máster en Ciencia de Datos** impartido por la **Escuela Politécnica Superior de la UAM**, va a contribuir a la formación de estos profesionales tan necesarios y solicitados actualmente.

Atentamente,
Agrupado Sistemas



Fdo: Rogelio Delgado
General Manager

