Universidad de Alcalá

Estudio: **MÁSTER DE FORMACIÓN PERMANENTE EN INGENIERÍA DE SISTEMAS DE IA GENERATIVA**

Código Plan de Estudios: **FF86**

Año Académico: **2026-2027**

ESTRUCTURA GENERAL DEL PLAN DE ESTUDIOS:

CURSO	Obligatorios		Optativos		Prácticas Externas	TFM/Memoria/ Proyecto	Créditos Totales
	Créditos	Nº Asignaturas	Créditos	Nº Asignaturas	Créditos	Créditos	
1º	54	6				6	60
2º							
ECTS TOTALES	**54**	**6**				**6**	**60**

PROGRAMA TEMÁTICO:

ASIGNATURAS OBLIGATORIAS

Código Asignatura	Curso	Denominación	Carácter OB/OP	Créditos
708206	1	FUNDAMENTOS DE IA GENERATIVA Y RAZONAMIENTO	OB	9
708207	1	MEMORIA Y SISTEMAS MULTI-AGENTE	OB	9
708208	1	INGENIERÍA DE SOFTWARE CON AGENTES	OB	9
708209	1	EVALUACIÓN DE SISTEMAS GENERATIVOS	OB	9
708210	1	FINE-TUNING Y ADAPTACIÓN DE MODELOS	OB	9
708211	1	DESPLIEGUE Y OPERACIONES DE SISTEMAS GENERATIVOS	OB	9

TRABAJO FIN DE MÁSTER/MEMORIA /PROYECTO

Código Asignatura	Curso	Denominación	Carácter OB/OP	Créditos
708212	1	TRABAJO FIN DE MÁSTER	OB	6

Carácter: OB - Obligatoria; OP – Optativa

Universidad de Alcalá

GUÍA DOCENTE

Año académico	2026-2027	
Estudio	Máster de Formación Permanente en Ingeniería de Sistemas de IA Generativa	
Nombre de la asignatura	FUNDAMENTOS DE IA GENERATIVA Y RAZONAMIENTO	
Carácter (Oblig./Opt./Prácticas/TFM)	Obligatoria	
Créditos (1 ECTS=25 horas)	9	
Modalidad (elegir una opción)		Presencial (más del 80% de las sesiones son presenciales)
		Híbrida (sesiones on-line entre el 40% y 60%, resto presencial)
	X	Virtual (al menos el 80% de las sesiones son on-line o virtuales)
Profesor/a responsable	Luis Usero Aragonés	
Idioma en el que se imparte	Español	

PROFESORES IMPLICADOS EN LA DOCENCIA

Alberto Nogales Moyano

Miguel Ángel Sicilia Urban

Elena García Barriocanal

DISTRIBUCIÓN DE HORAS

Número de horas presenciales/on-line asistencia profesor/a	63
Número de horas de trabajo personal del estudiante	162
Total horas	225

CONTENIDOS (Temario)

- Transformers y mecanismos de atención: arquitectura, funcionamiento y variantes.
- Tokenización, embeddings y generación autorregresiva.
- Paradigmas de entrenamiento: pre-training, instrucción y RLHF.
- Modelos de lenguaje fundacionales: tipología, capacidades y limitaciones.
- Prompt engineering: técnicas básicas y avanzadas.
- Comparativa de modelos open-source y comerciales.
- Modelos de razonamiento: arquitecturas y paradigmas
- Inference-time compute: self-consistency, best-of-N, búsqueda y planificación en tiempo de inferencia.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (indicar un mínimo de tres y máximo de cinco)

- Comprender la arquitectura interna de los modelos de lenguaje de gran tamaño (mecanismos de atención, representaciones, tokenización y generación), así como los principales paradigmas de entrenamiento (preentrenamiento, instrucción y alineación) a un nivel que permita razonar sobre su comportamiento.
- Diseñar instrucciones y estructurar contextos aplicando técnicas de prompting avanzadas (few-shot, chain-of-thought, descomposición de tareas, control de formato) para obtener resultados precisos y reproducibles en tareas de distinta naturaleza.
- Analizar las capacidades y limitaciones de razonamiento de los modelos generativos, identificando patrones de fallo típicos (alucinaciones, sesgos de razonamiento, sensibilidad al prompt) y aplicando estrategias para mitigarlos en tiempo de inferencia.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

El programa evalúa los aprendizajes mediante Pruebas de Evaluación Continua (PEC) de carácter teórico-práctico, o a través de un portfolio de proyectos prácticos. Estas pruebas se programan de manera anticipada e incluyen los criterios de evaluación para los mismos.

SEGUIMIENTO DEL PROGRESO DEL ESTUDIANTE

- Participación en sesiones síncronas virtuales (cuando corresponda).
- Entrega periódica de actividades prácticas y ejercicios.
- Corrección y retroalimentación por parte del profesorado sobre las Pruebas de Evaluación Continua (PEC) y proyectos desarrollados
- Consultas y tutorías (cuando se soliciten), orientadas a resolver dudas técnicas, revisar avances y reforzar los aprendizajes individuales.
- Uso de herramientas de seguimiento en Blackboard, que permiten controlar el acceso a materiales, tiempo de dedicación y cumplimiento de hitos formativos.

BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía se detalla en el Syllabus de cada módulo dentro de la asignatura, que se proporciona a los estudiantes.

Universidad de Alcalá

GUÍA DOCENTE

Año académico	2026-2027	
Estudio	Máster de Formación Permanente en Ingeniería de Sistemas de IA Generativa	
Nombre de la asignatura	MEMORIA Y SISTEMAS MULTI-AGENTE	
Carácter (Oblig./Opt./Prácticas/TFM)	Obligatoria	
Créditos (1 ECTS=25 horas)	9	
Modalidad (elegir una opción)		Presencial (más del 80% de las sesiones son presenciales)
		Híbrida (sesiones on-line entre el 40% y 60%, resto presencial)
	X	Virtual (al menos el 80% de las sesiones son on-line o virtuales)
Profesor/a responsable	Alberto Nogales Moyano	
Idioma en el que se imparte	Español	

PROFESORES IMPLICADOS EN LA DOCENCIA

Alberto Nogales Moyano

Miguel Angel Sicilia García

Miguel Ángel Sicilia Urban

Alberto Ballesteros Rodríguez

DISTRIBUCIÓN DE HORAS

Número de horas presenciales/on-line asistencia profesor/a	63
Número de horas de trabajo personal del estudiante	162
Total horas	225

CONTENIDOS (Temario)

- Arquitecturas agénticas: reactivas, deliberativas e híbridas.
- Frameworks de construcción de agentes
- Ingeniería de contexto: memoria, y gestión del conocimiento.
- Retrieval-Augmented Generation (RAG): arquitectura, chunking, indexación y recuperación semántica.
- Compound AI Systems y optimización programática de pipelines (DSPy).
- Sistemas multi-agente: coordinación, comunicación y protocolos (MCP, etc.).
- Casos de uso y patrones de diseño de sistemas agénticos.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (indicar un mínimo de tres y máximo de cinco)

- Diseñar e implementar pipelines de Retrieval-Augmented Generation y GraphRAG, seleccionando estrategias de chunking, embeddings, indexación y reranking adecuadas al dominio y al tipo de consulta.
- Construir sistemas multi-agente con mecanismos de memoria (corto y largo plazo) y uso de herramientas externas, aplicando los protocolos y frameworks de orquestación vigentes en cada momento.
- Integrar componentes de recuperación, memoria y herramientas en arquitecturas agénticas coherentes, definiendo flujos de control, gestión de estado y estrategias de coordinación entre agentes.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

El programa evalúa los aprendizajes mediante Pruebas de Evaluación Continua (PEC) de carácter teórico-práctico, o a través de un portfolio de proyectos prácticos. Estas pruebas se programan de manera anticipada e incluyen los criterios de evaluación para los mismos.

SEGUIMIENTO DEL PROGRESO DEL ESTUDIANTE

- Participación en sesiones síncronas virtuales (cuando corresponda).
- Entrega periódica de actividades prácticas y ejercicios.
- Corrección y retroalimentación por parte del profesorado sobre las Pruebas de Evaluación Continua (PEC) y proyectos desarrollados
- Consultas y tutorías (cuando se soliciten), orientadas a resolver dudas técnicas, revisar avances y reforzar los aprendizajes individuales.
- Uso de herramientas de seguimiento en Blackboard, que permiten controlar el acceso a materiales, tiempo de dedicación y cumplimiento de hitos formativos.

BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía se detalla en el Syllabus de cada módulo dentro de la asignatura, que se proporciona a los estudiantes.

Universidad de Alcalá

GUÍA DOCENTE

Año académico	2026-2027	
Estudio	Máster de Formación Permanente en Ingeniería de Sistemas de IA Generativa	
Nombre de la asignatura	INGENIERÍA DE SOFTWARE CON AGENTES DE CÓDIGO	
Carácter (Oblig./Opt./Prácticas/TFM)	Obligatoria	
Créditos (1 ECTS=25 horas)	9	
Modalidad (elegir una opción)		Presencial (más del 80% de las sesiones son presenciales)
		Híbrida (sesiones on-line entre el 40% y 60%, resto presencial)
	X	Virtual (al menos el 80% de las sesiones son on-line o virtuales)
Profesor/a responsable	Miguel Ángel Sicilia	
Idioma en el que se imparte	Español	

PROFESORES IMPLICADOS EN LA DOCENCIA

Eduardo González Joyanes

Miguel Ángel Sicilia García

Miguel Ángel Sicilia Urban

DISTRIBUCIÓN DE HORAS

Número de horas presenciales/on-line asistencia profesor/a	63
Número de horas de trabajo personal del estudiante	162
Total horas	225

CONTENIDOS (Temario)

- Agentes de código: funcionamiento, capacidades y limitaciones actuales.
- Flujos de desarrollo asistido: especificación, generación y revisión de código.
- Testing automatizado y refactorización con IA generativa.
- Producción autónoma de artefactos: documentación, configuración, pipelines, etc.
- Integración de agentes de código en entornos de desarrollo reales (IDEs, CI/CD, etc.).
- Evaluación y control de calidad del código generado.
- Agentes web y computer use: automatización de navegador, interfaces de usuario y entornos de escritorio.
- Agentes multimodales: procesamiento y generación con imagen, audio y documentos.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (indicar un mínimo de tres y máximo de cinco)

- Utilizar agentes de código para aumentar la productividad en el desarrollo de software, abarcando generación, refactorización y producción autónoma de artefactos técnicos de diversa índole.

- Aplicar técnicas de especificación, revisión asistida y testing automatizado mediante agentes, garantizando la calidad y mantenibilidad del código producido.
- Integrar flujos de trabajo asistidos por agentes en procesos reales de desarrollo (control de versiones, CI/CD, revisión por pares), evaluando el impacto sobre la productividad y la calidad del producto.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

El programa evalúa los aprendizajes mediante Pruebas de Evaluación Continua (PEC) de carácter teórico-práctico, o a través de un portfolio de proyectos prácticos. Estas pruebas se programan de manera anticipada e incluyen los criterios de evaluación para los mismos.

SEGUIMIENTO DEL PROGRESO DEL ESTUDIANTE

- Participación en sesiones síncronas virtuales (cuando corresponda).
- Entrega periódica de actividades prácticas y ejercicios.
- Corrección y retroalimentación por parte del profesorado sobre las Pruebas de Evaluación Continua (PEC) y proyectos desarrollados
- Consultas y tutorías (cuando se soliciten), orientadas a resolver dudas técnicas, revisar avances y reforzar los aprendizajes individuales.
- Uso de herramientas de seguimiento en Blackboard, que permiten controlar el acceso a materiales, tiempo de dedicación y cumplimiento de hitos formativos.

BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía se detalla en el Syllabus de cada módulo dentro de la asignatura, que se proporciona a los estudiantes.

Universidad de Alcalá

GUÍA DOCENTE

Año académico	2026-2027	
Estudio	Máster de Formación Permanente en Ingeniería de Sistemas de IA Generativa	
Nombre de la asignatura	EVALUACIÓN DE SISTEMAS GENERATIVOS	
Carácter (Oblig./Opt./Prácticas/TFM)	Obligatoria	
Créditos (1 ECTS=25 horas)	9	
Modalidad (elegir una opción)		Presencial (más del 80% de las sesiones son presenciales)
		Híbrida (sesiones on-line entre el 40% y 60%, resto presencial)
	X	Virtual (al menos el 80% de las sesiones son on-line o virtuales)
Profesor/a responsable	Elena Garcia Barriocanal	
Idioma en el que se imparte	Español	

PROFESORES IMPLICADOS EN LA DOCENCIA

Ricardo Colomo Palacios

Miguel Angel Sicilia Urban

Elena Garcia Barriocanal

DISTRIBUCIÓN DE HORAS

Número de horas presenciales/on-line asistencia profesor/a	63
Número de horas de trabajo personal del estudiante	162
Total horas	225

CONTENIDOS (Temario)

- Métricas automáticas de evaluación de LLMs: perplejidad, BLEU, BERTScore, etc.
- Evaluación con LLM-as-judge y frameworks de evaluación (RAGAS, HELM, etc.).
- Benchmarks estándar y su interpretación crítica.
- Detección y mitigación de alucinaciones.
- Evaluación de sistemas agénticos: fiabilidad, robustez y seguridad.
- Red-teaming y análisis de vulnerabilidades en sistemas generativos.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (indicar un mínimo de tres y máximo de cinco)

- Evaluar el rendimiento de modelos generativos y sistemas agénticos aplicando métricas cuantitativas y benchmarks adecuados al tipo de tarea (generación, recuperación, razonamiento, agencia).
- Detectar fallos, alucinaciones y degradaciones de calidad en sistemas generativos mediante técnicas sistemáticas de evaluación, incluyendo evaluación humana, LLM-as-judge y pruebas adversariales.
- Analizar la fiabilidad y la seguridad de sistemas generativos identificando vulnerabilidades (prompt injection, fugas de datos, jailbreaks) y proponiendo mecanismos de mitigación.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

El programa evalúa los aprendizajes mediante Pruebas de Evaluación Continua (PEC) de carácter teórico-práctico, o a través de un portfolio de proyectos prácticos. Estas pruebas se programan de manera anticipada e incluyen los criterios de evaluación para los mismos.

SEGUIMIENTO DEL PROGRESO DEL ESTUDIANTE

- Participación en sesiones síncronas virtuales (cuando corresponda).
- Entrega periódica de actividades prácticas y ejercicios.
- Corrección y retroalimentación por parte del profesorado sobre las Pruebas de Evaluación Continua (PEC) y proyectos desarrollados
- Consultas y tutorías (cuando se soliciten), orientadas a resolver dudas técnicas, revisar avances y reforzar los aprendizajes individuales.
- Uso de herramientas de seguimiento en Blackboard, que permiten controlar el acceso a materiales, tiempo de dedicación y cumplimiento de hitos formativos.

BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía se detalla en el Syllabus de cada módulo dentro de la asignatura, que se proporciona a los estudiantes.

Universidad de Alcalá

GUÍA DOCENTE

Año académico	2026-2027	
Estudio	Máster de Formación Permanente en Ingeniería de Sistemas de IA Generativa	
Nombre de la asignatura	FINE-TUNING Y ADAPTACIÓN DE MODELOS	
Carácter (Oblig./Opt./Prácticas/TFM)	Obligatoria	
Créditos (1 ECTS=25 horas)	9	
Modalidad (elegir una opción)		Presencial (más del 80% de las sesiones son presenciales)
		Híbrida (sesiones on-line entre el 40% y 60%, resto presencial)
	X	Virtual (al menos el 80% de las sesiones son on-line o virtuales)
Profesor/a responsable	Miguel Ángel Sicilia	
Idioma en el que se imparte	Español	

PROFESORES IMPLICADOS EN LA DOCENCIA

Miguel Angel Sicilia Urbán

Julián Prieto Velasco

DISTRIBUCIÓN DE HORAS

Número de horas presenciales/on-line asistencia profesor/a	63
Número de horas de trabajo personal del estudiante	162
Total horas	225

CONTENIDOS (Temario)

- Fundamentos del fine-tuning supervisado (SFT) y construcción de datasets.
- Métodos de adaptación eficiente: LoRA, QLoRA, PEFT y variantes.
- Aprendizaje por refuerzo con feedback humano (RLHF) y optimización de preferencias (DPO, etc.).
- Evaluación y validación de modelos adaptados.
- Adaptación a dominio: estrategias, riesgos y buenas prácticas.
- Herramientas y plataformas de fine-tuning disponibles en el mercado.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (indicar un mínimo de tres y máximo de cinco)
• Seleccionar y aplicar técnicas de adaptación eficiente de modelos fundacionales (SFT, LoRA/QLoRA y otros métodos PEFT) en función de los recursos disponibles y los objetivos del dominio. • Aplicar métodos de optimización de preferencias (RLHF, DPO y variantes) para alinear el comportamiento del modelo con criterios de calidad, estilo o seguridad definidos. • Construir y curar los datasets necesarios para fine-tuning y alineación, y evaluar el resultado de la adaptación frente a los objetivos del dominio mediante protocolos de evaluación apropiados.

SISTEMA DE EVALUACIÓN
El programa evalúa los aprendizajes mediante Pruebas de Evaluación Continua (PEC) de carácter teórico-práctico, o a través de un portfolio de proyectos prácticos. Estas pruebas se programan de manera anticipada e incluyen los criterios de evaluación para los mismos.
SEGUIMIENTO DEL PROGRESO DEL ESTUDIANTE
• Participación en sesiones síncronas virtuales (cuando corresponda). • Entrega periódica de actividades prácticas y ejercicios. • Corrección y retroalimentación por parte del profesorado sobre las Pruebas de Evaluación Continua (PEC) y proyectos desarrollados • Consultas y tutorías (cuando se soliciten), orientadas a resolver dudas técnicas, revisar avances y reforzar los aprendizajes individuales. • Uso de herramientas de seguimiento en Blackboard, que permiten controlar el acceso a materiales, tiempo de dedicación y cumplimiento de hitos formativos.

BIBLIOGRAFÍA
La bibliografía se detalla en el Syllabus de cada módulo dentro de la asignatura, que se proporciona a los estudiantes.

Universidad de Alcalá

GUÍA DOCENTE

Año académico	2026-2027	
Estudio	Máster de Formación Permanente en Ingeniería de Sistemas de IA Generativa	
Nombre de la asignatura	DESPLIEGUE Y OPERACIONES DE SISTEMAS GENERATIVOS	
Carácter (Oblig./Opt./Prácticas/TFM)	Obligatoria	
Créditos (1 ECTS=25 horas)	9	
Modalidad (elegir una opción)		Presencial (más del 80% de las sesiones son presenciales)
		Híbrida (sesiones on-line entre el 40% y 60%, resto presencial)
	X	Virtual (al menos el 80% de las sesiones son on-line o virtuales)
Profesor/a responsable	Miguel Ángel Sicilia Urbán	
Idioma en el que se imparte	Español	

PROFESORES IMPLICADOS EN LA DOCENCIA

Ricardo Colomo Palacios

Eduardo González Joyanes

Miguel Angel Sicilia Urbán

DISTRIBUCIÓN DE HORAS

Número de horas presenciales/on-line asistencia profesor/a	63
Número de horas de trabajo personal del estudiante	162
Total horas	225

CONTENIDOS (Temario)

- MLOps para sistemas de IA generativa: pipelines, versionado y CI/CD desde la perspectiva ops.
- Contenerización y orquestación de modelos en producción.
- Optimización de inferencia: cuantización, batching, caching y destilación.
- Gestión de costes, latencia y escalabilidad.
- Observabilidad y monitorización de sistemas generativos.
- Regulación y ética aplicada: EU AI Act, GDPR y cumplimiento normativo en producción.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (indicar un mínimo de tres y máximo de cinco)

- Desplegar sistemas que integran IA generativa en producción aplicando criterios de fiabilidad, escalabilidad y optimización de costes (selección de modelos, caching, batching, cuantización).
- Implementar observabilidad end-to-end de sistemas generativos y agénticos (trazas, métricas de calidad en producción, monitorización de coste y latencia, detección de drift).
- Operar sistemas generativos cumpliendo los marcos regulatorios y éticos aplicables (protección de datos, AI Act, gestión de riesgos), incorporando controles de seguridad y gobernanza del ciclo de vida.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

El programa evalúa los aprendizajes mediante Pruebas de Evaluación Continua (PEC) de carácter teórico-práctico, o a través de un portfolio de proyectos prácticos. Estas pruebas se programan de manera anticipada e incluyen los criterios de evaluación para los mismos.

SEGUIMIENTO DEL PROGRESO DEL ESTUDIANTE

- Participación en sesiones síncronas virtuales (cuando corresponda).
- Entrega periódica de actividades prácticas y ejercicios.
- Corrección y retroalimentación por parte del profesorado sobre las Pruebas de Evaluación Continua (PEC) y proyectos desarrollados
- Consultas y tutorías (cuando se soliciten), orientadas a resolver dudas técnicas, revisar avances y reforzar los aprendizajes individuales.
- Uso de herramientas de seguimiento en Blackboard, que permiten controlar el acceso a materiales, tiempo de dedicación y cumplimiento de hitos formativos.

Universidad de Alcalá

GUÍA DOCENTE

Año académico	2026-2027	
Estudio	Máster de Formación Permanente en Ingeniería de Sistemas de IA Generativa	
Nombre de la asignatura	TRABAJO FIN DE MÁSTER	
Carácter (Oblig./Opt./Prácticas/TFM)	Obligatoria	
Créditos (1 ECTS=25 horas)	6	
Modalidad (elegir una opción)		Presencial (más del 80% de las sesiones son presenciales)
		Híbrida (sesiones on-line entre el 40% y 60%, resto presencial)
	X	Virtual (al menos el 80% de las sesiones son on-line o virtuales)
Profesor/a responsable	Luis Usero Aragonés	
Idioma en el que se imparte	Español	

PROFESORES IMPLICADOS EN LA DOCENCIA

Miguel Angel Sicilia Urbán
Luis Usero Aragonés

DISTRIBUCIÓN DE HORAS

Número de horas presenciales/on-line asistencia profesor/a	60
Número de horas de trabajo personal del estudiante	90
Total horas	150

CONTENIDOS (Temario)

Propuesta justificada de un proyecto de valor empresarial o de innovación, o desarrollo técnico a un caso de uso, aplicando las competencias adquiridas en el resto del estudio.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (indicar un mínimo de tres y máximo de cinco)

- Identificar y proponer casos de uso de la IA generativa con valor real en un contexto empresarial o técnico concreto.
- Desarrollar un proyecto técnico de ingeniería de sistemas generativos, integrando competencias de diseño, implementación, evaluación y cumplimiento normativo.
- Saber presentar los resultados obtenidos de la investigación o la aplicabilidad del proyecto.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

La evaluación del trabajo final se realiza mediante la defensa del trabajo ante un tribunal compuesto por profesores del programa y expertos en la materia. Se valora la documentación aportada, la presentación y la defensa del trabajo, y los criterios de evaluación incluyen la originalidad, la aplicación de conceptos técnicos y la aportación de valor.

SEGUIMIENTO DEL PROGRESO DEL ESTUDIANTE

- Participación en sesiones síncronas virtuales de orientación y seguimiento (cuando corresponda).
- Entrega periódica de avances según el cronograma establecido.
- Corrección y retroalimentación continuada por parte del tutor académico sobre los entregables parciales y la memoria final.
- Consultas y tutorías (cuando se soliciten), orientadas a resolver dudas metodológicas, técnicas o de contenido, así como a guiar el desarrollo y enfoque del trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía se detalla en el Syllabus de cada módulo dentro de la asignatura, que se proporciona a los estudiantes.