



Guía Docente.

Escenarios 1, 2 y 3 :

MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN DE PROCESOS



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
CURSO 2021-22



ESCENARIO 1. PRESENCIAL

I.- IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA ASIGNATURA: Modelización y Simulación de Procesos
CARÁCTER: Obligatoria
MÓDULO: Ingeniería de Procesos y Producto
TITULACIÓN: Máster en Ingeniería Química
SEMESTRE/CUATRIMESTRE: Primer semestre (primer curso)
DEPARTAMENTO/S: Matemática Aplicada e Ingeniería Química

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Grupo Único	
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: JOSÉ ANTONIO DELGADO DOBLADEZ Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA-144 e-mail: jadeldob@ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: VICENTE ISMAEL AGUEDA MATE Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA-168 e-mail: viam@ucm.es
Teoría Seminario Tutoría	Profesor: BENJAMIN PIERRE PAUL IVORRA Departamento: Análisis Matemática y Matemática Aplicada Despacho: 302-F (Fac. de C.C. Matemáticas) e-mail: ivorra@mat.ucm.es
Laboratorio	Profesor: JOSE ANTONIO DELGADO DOBLADEZ Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA-144 e-mail: jadeldob@ucm.es Profesor: VICENTE ISMAEL AGUEDA MATE Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA-168 e-mail: viam@ucm.es Profesor: BENJAMIN PIERRE PAUL IVORRA Departamento: Análisis Matemática y Matemática Aplicada Despacho: 302-F (Fac. de C.C. Matemáticas) e-mail: ivorra@mat.ucm.es



II.- OBJETIVOS

■ OBJETIVO GENERAL

El objetivo de esta asignatura es que alumno aprenda a usar el modelado y la simulación como una herramienta para entender los procesos en ingeniería química y su dinámica. La asignatura constará de dos partes o bloques. En la primera se abordarán los fundamentos matemáticos de los métodos numéricos adecuados para la resolución de problemas dinámicos en ingeniería química, basados principalmente en ecuaciones diferenciales en derivadas parciales. En la segunda se abordarán los fundamentos sobre el modelado de procesos a partir de ecuaciones fundamentales, y se abordara la simulación con ordenador de ejemplos prácticos que incluyen el tipo de ecuaciones anteriormente citado con ordenador, analizando las relaciones causa-efecto en modelos complejos.

■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comprender los fundamentos matemáticos de los métodos numéricos para la resolución de problemas dinámicos en Ingeniería Química.
 - Saber programar un método numérico de resolución de ecuaciones diferenciales parciales con MATLAB y COMSOL Multiphysics.
- Saber plantear un modelo de un proceso dinámico en Ingeniería Química a partir de ecuaciones fundamentales y resolverlo con un método numérico adecuado
- Usar la simulación como una herramienta para analizar las relaciones causa-efecto en procesos dinámicos en Ingeniería Química.

III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Nociones básicas de informática (manejo de lenguajes de programación como MATLAB), de Matemáticas (análisis matemático), y de Ingeniería Química (operaciones básicas, ingeniería de la reacción química e ingeniería de procesos).

■ RECOMENDACIONES:

Se recomienda haber realizado los estudios necesarios para obtener el Grado en Ingeniería Química

IV.- CONTENIDOS

■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

BLOQUE 1. FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias y Parciales. Regímenes estacionario y no estacionario. Métodos numéricos para ecuaciones de ecuaciones diferenciales: método de diferencias finitas, método de elementos finitos, método de colocación ortogonal. Implementación en MATLAB y COMSOL Multiphysics.



BLOQUE 2. FUNDAMENTOS DEL MODELADO DE PROCESOS: Fundamentos de dinámica de procesos. Desarrollo de modelos dinámicos. Modelado de fenómenos de transporte en procesos no estacionarios. Modelado de procesos dependientes del tiempo y de una o más coordenadas espaciales. Simulación de procesos dinámicos con MATLAB. Ejemplos de aplicación a casos prácticos en Ingeniería Química.

■ PROGRAMA:

BLOQUE 1. FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS:

Tema 1. Métodos numéricos para ecuaciones diferenciales

Introducción a MATLAB y COMSOL Multiphysics. Conceptos básicos sobre ecuaciones diferenciales. Algunos métodos numéricos para la resolución numérica de ecuaciones en derivadas ordinarias y parciales. Métodos de diferencias finitas y su implementación numérica. Métodos de colocación ortogonal y su implementación numérica. Introducción al método de elementos finitos. Interacciones entre MATLAB y COMSOL Multiphysics. Introducción a la optimización. Optimización de Procesos.

BLOQUE 2. FUNDAMENTOS DEL MODELADO DE PROCESOS:

Tema 1. Fundamentos del modelado dinámico de procesos en Ingeniería Química

Introducción. Aspectos generales sobre el modelado. Metodología general en modelado. Formulación de modelos dinámicos. Balance total. Balance de componentes. Métodos de realización de balances. Elección del volumen de control. Ejemplos. Balance de energía. Ejemplos. Balance de cantidad de movimiento. Ejemplos.

Tema 2: Modelado diferencial de contactores y reactores

Introducción. Reactor tubular. Balance de materia. Balance de energía. Ejemplos. Algoritmo PDELFIN: resolución de problemas en derivadas parciales por el método de colocación ortogonal en incrementos finitos. Manejo del algoritmo PDELFIN en un entorno de MATLAB.

Tema 3: Resolución de ejemplos de casos prácticos en Ingeniería Química

V.- COMPETENCIAS

■ GENERALES:

- **CG-5:** Saber establecer modelos matemáticos y desarrollarlos mediante la informática apropiada, como base científica y tecnológica para el diseño de nuevos productos, procesos, sistemas y servicios, y para la optimización de otros ya desarrollados.
- **CG-11:** Poseer las habilidades del aprendizaje autónomo para mantener y mejorar las competencias propias de la ingeniería química que permitan el desarrollo continuo de la profesión.

■ ESPECÍFICAS:



- **CE-1:** Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias naturales, obtenidos mediante estudio, experiencia, y práctica, con razonamiento crítico para establecer soluciones viables económicamente a problemas técnicos.
- **CE-3:** Conceptualizar modelos de ingeniería, aplicar métodos innovadores en la resolución de problemas y aplicaciones informáticas adecuadas, para el diseño, simulación, optimización y control de procesos y sistemas.
- **CE-4:** Tener habilidad para solucionar problemas que son poco familiares, incompletamente definidos, y tienen especificaciones en competencia, considerando los posibles métodos de solución, incluidos los más innovadores, seleccionando el más apropiado, y poder corregir la puesta en práctica, evaluando las diferentes soluciones de diseño

■ TRANSVERSALES:

- **CT-1:** Desarrollar el trabajo de forma autónoma.
- **CT-5:** Elaborar y escribir informes y otros documentos de carácter científico y técnico.
- **CT-6:** Aplicar a entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos multidisciplinares, los conceptos, principios, teorías o modelos relacionados con la Ingeniería Química.
- **CT-9:** Comunicar conceptos científicos utilizando los medios audiovisuales más habituales, desarrollando las habilidades de comunicación oral.

VI. – HORAS DE TRABAJO POR ACTIVIDAD

Código	Actividad	Total (horas)	Presencialidad
			(%)
AF1	Clases teoría	25	100
AF2	Seminarios	4	100
AF3	Problemas	10	100
AF4	Prácticas	20	100
AF6	Tutorías	2	100
AF7	Evaluación	2	100
AF0	Trabajo autónomo del alumno	87	0



VII.- METODOLOGÍA

El tiempo lectivo del curso se divide en clases teóricas, seminarios, problemas, laboratorios, y tutorías.

Las **clases teóricas** se desarrollarán en un solo grupo, formado por el conjunto de todos los alumnos matriculados en la asignatura. Consistirán, de forma mayoritaria, en lecciones magistrales en las que se expondrán conocimientos teóricos generales sobre la asignatura.

Las **clases de seminario** se realizarán en aulas de informática o con ordenadores personales, en función de la disponibilidad. En estas clases se trabajará en profundidad sobre uso de MATLAB para estudiar los métodos de resolución de las ecuaciones que describen un proceso dinámico.

En las **clases de problemas** se aplicarán los conceptos vistos en las clases de teoría a la resolución de problemas concretos.

En el **laboratorio** los alumnos resolverán casos prácticos usando el programa MATLAB con el asesoramiento del profesor.

En las **tutorías** se supervisará el progreso de los alumnos, resolviendo sus dudas sobre lo aprendido en las diferentes actividades.

Se utilizará el **Campus Virtual** como instrumento para poner a disposición de los alumnos el material que se utilizará en las clases teóricas y prácticas, y como medio de comunicación entre el profesor y los alumnos.

VIII.- BIBLIOGRAFÍA

■ BLOQUE 1:

- FINLAYSON, B.; BIEGLER, L.T., GROSSMAN, I., “Mathematics in Chemical Engineering” in Ullmann’s Modelling and Simulation, J. Wiley (2007).
- FINLAYSON, B., Introduction to Chemical Engineering Computing, J. Wiley (2005).
- VÁZQUEZ, L.; JIMÉNEZ, S.; AGUIRRE, C.; PASCUAL, P. J., “Métodos Numéricos para la Física y la Ingeniería”, Mc Graw-Hill (2009).
- INFANTE, J.A.; REY, J. M^a, “Métodos Numéricos. Teoría, Problemas y Prácticas con MATLAB”, Ediciones Pirámide (1999).
- Á.M RAMOS, Introducción al análisis matemático del método de elementos finitos, Editorial Complutense, (2013).
- ELNASHAIE, S., UHLIG, F., with the assistance of AFFANE, C., “Numerical techniques for chemical and biological engineers using MATLAB: a simple bifurcation approach”, Springer (2007).
- R.W. PRYOR. Multiphysics Modeling Using COMSOL 5 and MATLAB, Mercury, (2015).
- Á. M. RAMOS; J. M. REY: Matemáticas Básicas para el acceso a la Universidad (2^a ed.). Ediciones Pirámide (Grupo ANAYA), (2017).

■ BLOQUE 2:



- INGHAM, J.; DUNN, I.J.; E. HEINZLE, PHENOSIL, J.E.; SNAPE, J.B., Chemical Engineering Dynamics: an introduction to modeling and computer simulation, 3rd edition, Wiley-VCH, Weinheim (2007).
- LUYBEN, W. L., Process Modelling, Simulation, and Control for Chemical Engineers. McGraw-Hill (2ª ed.) (1990).

IX.- EVALUACIÓN

La evaluación del rendimiento del alumno y de las competencias adquiridas en la asignatura se llevará a cabo mediante una evaluación global, que considerará por una parte los exámenes que se realicen y por otra las actividades dirigidas y el trabajo personal efectuado por el alumno.

Para poder realizar la evaluación global de la asignatura y presentarse al examen final, el estudiante deberá haber participado al menos en el 70% de las actividades presenciales de aula (teoría, seminarios y tutorías). La asistencia a todas las sesiones de laboratorio es **obligatoria**.

El rendimiento académico y la calificación final serán el resultado de las calificaciones obtenidas en el Bloque 1 (45%), y en el Bloque 2 (55%), ponderadas de la siguiente forma:

BLOQUE 1:	
Examen:	60%
Actividades dirigidas:	30%
Prácticas de laboratorio:	10%
BLOQUE 2	
Examen:	50%
Actividades dirigidas:	30%
Prácticas de laboratorio:	20%

Será necesario obtener una calificación mínima de cuatro en cada parte para realizar la media.

■ EXAMEN ESCRITO:

Se realizarán dos exámenes escritos, de carácter principalmente práctico, uno al final de cada bloque, que consistirá en un conjunto de cuestiones de desarrollo o aplicación directa de teoría y de problemas numéricos.

■ ACTIVIDADES DIRIGIDAS:

En las actividades dirigidas, los alumnos deberán entregar un informe escrito sobre las actividades realizadas, siguiendo las instrucciones del profesor, para su evaluación. La calificación obtenida en estas actividades se mantendrá todo el curso.

■ PRÁCTICAS:

Con el fin de fomentar el aprendizaje cooperativo se organizarán grupos reducidos.



La evaluación en la convocatoria ordinaria se realizará teniendo en cuenta la aptitud y actitud del alumno en las sesiones prácticas, sus respuestas a cuestiones concretas planteadas por el profesor, así como la calidad del informe escrito presentado por grupo de trabajo sobre la resolución del caso práctico y de la práctica de laboratorio (en aula de informática). Dicho informe se entregará a los profesores de la asignatura para su evaluación. La calificación obtenida en las prácticas se mantendrá todo el curso.

Las calificaciones de las actividades previstas para la evaluación de la asignatura se comunicarán a los estudiantes con la antelación suficiente antes de la realización del examen final, para que puedan planificar adecuadamente el estudio de ésta u otras asignaturas.

En todo caso, se respetará el plazo mínimo de diez días entre la publicación de las calificaciones y la fecha del examen final de la asignatura



PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA

BLOQUE	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
1. FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS	Teoría y problemas	17	1	1ª semana	8ª semana
	Seminarios	2	1		
2. FUNDAMENTOS DEL MODELADO DE PROCESOS	Teoría y problemas	18	1	8ª semana	15ª semana
	Seminarios	2	1		
BLOQUE 1 y 2.		Tutorías programadas	2	1	Semanas 8ª y 15ª
1. FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS	Laboratorio	10	2	7ª semana	8ª semana
2. FUNDAMENTOS DEL MODELADO DE PROCESOS	Laboratorio	10	2	14ª semana	15ª semana



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
Clases de teoría y problemas	CG-5,CE-1,CE-3,CT-1,CT-5,CT-6,CT-9	Explicación en clase	Toma de apuntes		35	48	83	-
Seminarios	CG-5,CG-11,CE-1,CE-3,CE-4,CT-1,CT-5,CT-6,CT-9	Explicación métodos resolución ecuaciones con MATLAB	Toma de apuntes Manejo del ordenador	Evaluación del informe entregado	4	6	10	20%
Laboratorios	CG-5,CG-11,CE-1,CE-3,CE-4,CT-1,CT-5,CT-6,CT-9	Asesoramiento los alumnos en los casos prácticos asignados	Aplicación de los conocimientos adquiridos en las clases teóricas y seminarios	Evaluación del informe entregado	20	27	47	20%
Tutorías	CG-5,CG-11,CE-1,CE-3,CE-4,CT-1,CT-5,CT-6,CT-9	Supervisión del progreso de los alumnos	Preparación de las preguntas para el profesor, asimilación y aplicación de las explicaciones recibidas		2	3	5	10%
Exámenes	CG-5,CG-11,CE-1,CE-3,CE-4,CT-1,CT-5,CT-6,CT-9	Proponer, vigilar y corregir el examen. Calificar al alumno	Estudiar y realizarlo	Examen sobre los contenidos expuestos en las clases teóricas y de problemas	2	3	5	50%

P : Presenciales; NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación

Si el desarrollo del curso 2021-22 se viese afectado por medidas conducentes a la no presencialidad, se procederá a la adaptación de la Guía Docente para su tránsito a la docencia y evaluación en línea, adoptando medidas similares a las recogidas en las Adendas de las asignaturas del Master de Ingeniería Química: Ingeniería de Procesos del curso 2020-21.



ESCENARIO 2. SEMIPRESENCIAL

VII.- METODOLOGÍA

- **Clases de teoría y seminarios** impartidos por el profesor en el régimen habitual, como en el Escenario 1, y con el mismo contenido. Atendiendo al principio de *máxima presencialidad* aprobado por el Rectorado de la UCM, la sesión será seguida presencialmente por los alumnos en el aula, hasta aforo completo considerando distancia social. Los alumnos ubicados en aulas provistas de cámaras, y que no quepan en el aula, seguirán la sesión virtualmente, bien desde su domicilio o en las zonas de uso público habilitadas por la Facultad para este fin, que estarán debidamente publicitados en el CV. Para las aulas que no tienen cámara, se establecerá un turno rotatorio de alumnos presenciales en el aula, atendiendo a la numeración del DNI. Este procedimiento podrá ser modificado por el profesor a lo largo del curso, según considere oportuno, para ir ajustando el aforo del aula con los estudiantes asistentes a su clase.
 - El material docente utilizado será las presentaciones de clase habilitadas en el Campus Virtual UCM empleadas también en el Escenario 1, así como vídeos relacionados con la materia y otros tipos de materiales que los profesores de la asignatura consideran de relevancia e interés. Todo el material estará con antelación a disposición de los estudiantes a través del Campus Virtual para su utilización.
 - Los medios telemáticos utilizados para que los alumnos sin presencialidad en el aula sigan virtualmente las sesiones serán las plataformas: Teams disponible en el CV, Google Meet, Microsoft Teams o Zoom. El profesor mantendrá abierta una sesión de este tipo para mantener una relación directa y fluida con los estudiantes que asisten virtualmente, pudiendo así proyectarse simultáneamente la presentación .ppt y seguir las tradicionales explicaciones que se den en la pizarra.
- **Prácticas de laboratorio** previstas con una presencialidad general mínima del 60% para poder cumplir con la distancia social necesaria. La organización docente las prácticas se sustenta en los siguientes aspectos:
 - La impartición de cada sesión práctica se estructura en dos partes: explicación caso práctico, y resolución de problemas por parte de los estudiantes.
 - La explicación de un caso práctico se desarrollará de forma presencial o remota. En los casos en los que esto no pueda ser viable se prevé la utilización de material grabado.
 - La resolución de problemas será impartida atendiendo a alguna de estas situaciones, o combinaciones entre ellas:
 - (a) Presenciales en un aula, manteniendo así mayor distancia social.
 - (b) Virtuales en sesiones síncronas
 - (c) Virtuales en sesiones asíncronas.
 - El material docente empleado será el mismo que el utilizado en el Escenario 1, además de material escrito en forma de manuales, resultados numéricos y gráficos y/o presentaciones en PowerPoint acompañadas de explicaciones.
 - Todo el material estará a disposición de los alumnos con antelación a través del Campus Virtual.
- **Tutorías Individuales**
Se realizarán por video conferencia y/o correo electrónico.



- **Seguimiento del alumnado**

En la parte de docencia que se realiza de forma presencial se seguirán las mismas técnicas empleadas de forma tradicional.

En la parte de docencia virtual el seguimiento se realizará por diversas técnicas, según considere el profesor: mediante la herramienta de registro de actividades de cada sesión (Teams), el nombre de los asistentes (Google meet), hoja de firmas habilitada en el CV a modo de cuestionario, análisis de descargas efectuadas por los alumnos en el CV, etc.

IX.- EVALUACIÓN

BLOQUE I

Se realizarán exámenes presenciales con el procedimiento descrito en el Escenario 1



ESCENARIO 3. TOTALMENTE VIRTUAL

VII.- METODOLOGÍA

BLOQUE I

- **Clases de teoría virtual** para cada grupo se realizarán publicando en el Campus archivos con el contenido teórico del tema y presentaciones de Power Point provistas de notas y/o de audios explicativos del profesor. Asimismo, se impartirán algunas clases online mediante el empleo de plataformas como Teams o Google Meet que permiten la participación de los alumnos y la interacción de los alumnos con el profesor.
- **Seminarios virtuales** consistirán en el desarrollo completo y detallado de un conjunto de problemas seleccionados, cuyos enunciados ya se han distribuido para que el estudiante los intente resolver por su cuenta una vez impartido el tema. Las soluciones de dichos problemas se les facilitará a los alumnos perfectamente explicados a través del Campus Virtual.
- **Tutorías virtuales** para la resolución de dudas se programarán y llevarán a cabo de forma individual o en grupos reducidos que se podrán realizar en horas diferentes al horario de clases establecido empleando distintas plataformas como Teams, Skype, Zoom o bien a través del chat del Campus virtual o mediante correo electrónico dirigido directamente al profesor.
- Las **prácticas de laboratorio** serán sustituidas por **sesiones síncronas** virtuales apoyadas por presentaciones explicativas. Al tratarse de prácticas de Simulación empleando programas comerciales, se plantea la instalación de dichos programas en los equipos de los estudiantes y realizar las prácticas en remoto.
- **Las tutorías individuales** se realizarán como en el Escenario 2.
- **Seguimiento del alumnado**
Se realizará igual que lo descrito en el Escenario 2 para la docencia virtual.



IX.- EVALUACIÓN

DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO DE EVALUACIÓN

- **Antes del examen: Conexión, Identificación y firma comportamiento ético.**

La identificación de los alumnos que realicen el examen deberá ser llevada a cabo a través de:

- su acceso al Campus Virtual (usuario y contraseña UCM), lo cual queda registrado.
- envío de DNI, pasaporte, o carnet de estudiante UCM (escaneado o foto).
- imagen de video a través de Google Meet o Teams (desde la cámara del ordenador o del móvil).

La identificación debe realizarse antes del inicio del examen. Así, se les debe convocar con suficiente tiempo para que puedan acceder al campus virtual (usuario y contraseña UCM), lo cual queda registrado. También puede programarse una TAREA en el espacio del Campus virtual de la asignatura para que los estudiantes envíen una imagen escaneada o una foto de su carnet de estudiante UCM, del DNI, NIE o PASAPORTE junto a una declaración manuscrita y firmada indicando que su comportamiento durante el examen va a ser ético aceptando las normas a tener en cuenta respecto a la utilización o cooperación en procedimientos fraudulentos. El profesor incluirá en la tarea el texto del documento que tienen que escribir y firmar. El documento enviado por los estudiantes para la identificación se albergará en el Campus Virtual bajo la protección legal de la UCM y, transcurrido el plazo legalmente establecido, se procederá a su borrado permanente. Adicionalmente pueden realizarse comprobaciones telemáticas a lo largo del examen por parte del profesor mediante la cámara y en cualquier momento el profesor podrá requerir a cualquier estudiante que identifique su presencia mediante voz y vídeo.

En este periodo antes del examen el profesor recordará en qué va a consistir el examen y como pueden contactar los estudiantes si hay eventualidades: por correo electrónico o a través del chat de Moodle.

- **Tipo de examen:**

Los profesores subirán con antelación suficiente al Campus Virtual de su asignatura, las instrucciones detalladas en las que se informe correctamente a los estudiantes del formato de examen a utilizar. Además, deberá indicar los recursos y material necesario así como el tipo de identificación antes y durante el examen y cómo debe realizarse la entrega. Se recomienda llevar a cabo un Simulacro telemático, utilizando las mismas herramientas que en el examen final, en fecha anterior a la del examen, de carácter explicativo, a fin de que se puedan adelantar y solucionar distintos problemas técnicos que los alumnos puedan encontrar durante el desarrollo de la prueba. El propósito del simulacro es que los estudiantes comprendan y se familiaricen con la metodología con la que se realizará el examen y comprueben que todo funciona.

El examen virtual tendrá distintos formatos dependiendo de cada asignatura, de la actividad y de las competencias a evaluar y se diseñará en el Campus Virtual (Moodle) a través de las herramientas que esta plataforma ofrece:



- Cuestionarios de preguntas multi-opción, de desarrollo o de respuesta corta, utilizando las distintas herramientas que ofrece el Campus Virtual.
- Tareas secuenciales, con un único envío por tarea. Cuando se trate de tareas que requieran de cálculos y planteamientos, el estudiante debe enviar la solución manuscrita con la justificación de todos los cálculos y razonamientos hechos en formato pdf o jpg. Los ficheros han de estar ordenados, han de poder verse de forma clara, las páginas tienen que estar numeradas y con la orientación adecuada, habiendo firmado e incluido el DNI o el documento de identificación utilizado en cada una de las hojas.
- Pruebas orales grabadas en sesiones de Teams (o en Google Meet).

En cualquier caso, el tiempo máximo por examen es de 3 horas.

- **Durante el examen: Seguimiento de la prueba**

El seguimiento de estudiantes durante la prueba se podrá efectuar tanto de forma sincrónica mediante conexión abierta de Teams en Moodle o mediante Google Meet, así como de forma asincrónica, comprobando el correcto desarrollo de la prueba mediante la sección de registros de actividad de la asignatura en el Campus Virtual. Google Meet dispone de dos extensiones que pueden resultar de utilidad y se instalan en el navegador con facilidad: Grid View (para poder ver un mosaico en pantalla con todos los que están conectados) y Meet Attendance (para obtener un Excel con la lista de asistentes). Los alumnos podrán dirigir al profesor sus dudas y preguntas durante la realización del examen por vía telemática utilizando el chat o el correo electrónico del Campus Virtual.

- **Revisión de exámenes no presencial**

Consistirá en revisiones síncronas previa solicitud razonada de los estudiantes, asignando un espacio de tiempo a cada uno; el estudiante tiene el derecho a revisar todas las evidencias que se hayan usado para decidir su calificación. Para ello, se creará la pertinente actividad en el Campus Virtual haciendo uso de Teams o Google Meet compartiendo los documentos necesarios. Si ha sido necesaria la realización de alguna prueba oral a algún estudiante, se dispondrá de la correspondiente grabación. Las videoconferencias de las revisiones podrán ser grabadas.

- **Documentación/grabación de las pruebas de evaluación para su posterior visualización y evidencia.**

Los exámenes y demás evidencias utilizadas para la evaluación se grabarán y almacenarán en el Campus Virtual, de manera que sean accesibles para todos los profesores de la asignatura. Dichas grabaciones no se podrán utilizar para fines distintos que la identificación de los estudiantes o el seguimiento de la realización de los exámenes. Las grabaciones realizadas durante la entrevista para la revisión de las calificaciones solicitada por un estudiante sólo podrán utilizarse para este fin. Todas las sesiones grabadas se mantendrán únicamente durante el tiempo previsto en la normativa académica para la conservación de las pruebas de evaluación y para futuras auditorías externas y serán almacenadas en los servidores de la UCM con las medidas de seguridad adecuadas, nunca en dispositivos privados.