



# Guía Docente

## Escenarios 1, 2 y 3:

### INGENIERÍA DE LA REACCIÓN QUÍMICA

---



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**  
**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**CURSO 2021-2022**



**ESCENARIO 1- PRESENCIAL**

**I.- IDENTIFICACIÓN**

**NOMBRE DE LA ASIGNATURA:** Ingeniería de la Reacción Química  
**NÚMERO DE CRÉDITOS:** 12  
**CARÁCTER:** Obligatoria  
**MATERIA:** Ingeniería de la Producción Química  
**MÓDULO:** Tecnología Química  
**TITULACIÓN:** Grado en Ingeniería Química  
**SEMESTRE/CUATRIMESTRE:** Anual (tercer curso)  
**DEPARTAMENTO/S:** Ingeniería Química y de Materiales

**PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:**

<b>Grupo A</b>	
<b>Teoría Seminario Laboratorio Tutoría</b>	<b>Profesora:</b> AURORA SANTOS LÓPEZ <b>Departamento:</b> Ingeniería Química y de Materiales <b>Despacho:</b> QA B57A <b>e-mail:</b> <a href="mailto:aurasan@quim.ucm.es">aurasan@quim.ucm.es</a>
	<b>Profesor:</b> SERGIO RODRÍGUEZ VEGA * <b>Departamento:</b> Ingeniería Química y de Materiales <b>Despacho:</b> QA B57A <b>e-mail:</b> <a href="mailto:srvega@quim.ucm.es">srvega@quim.ucm.es</a>
	<b>Profesor:</b> CARMEN MARIA DOMINGUEZ TORRE <b>Departamento:</b> Ingeniería Química y de Materiales <b>Despacho:</b> QA B57B <b>e-mail:</b> <a href="mailto:carmdomi@ucm.es">carmdomi@ucm.es</a>
	<b>Profesor:</b> DAVID LORENZO FERNANDEZ <b>Departamento:</b> Ingeniería Química y de Materiales <b>Despacho:</b> QA B69 <b>e-mail:</b> <a href="mailto:dlorenzo@ucm.es">dlorenzo@ucm.es</a>
	<b>Profesor:</b> SALVADOR COTILLAS SORIANO <b>Departamento:</b> Ingeniería Química y de Materiales <b>Despacho:</b> QA B57B <b>e-mail:</b> <a href="mailto:salvacot@ucm.es">salvacot@ucm.es</a>
<b>Prácticas de Laboratorio</b>	<b>Coordinador:</b> SERGIO RODRÍGUEZ VEGA * <b>Departamento:</b> Ingeniería Química y de Materiales <b>Despacho:</b> QA B57B <b>e-mail:</b> <a href="mailto:srvega@quim.ucm.es">srvega@quim.ucm.es</a>



## II.- OBJETIVOS

### ■ OBJETIVO GENERAL

Introducir al alumno en la Ingeniería de la Reacción Química con el fin de que adquiera un conocimiento claro de la metodología empleada en el diseño de los reactores químicos y pueda aplicarla a diferentes situaciones que se presentan en la industria química y en instalaciones destinadas a la transformación de sustancias contaminantes. Conseguir que logre destreza en la identificación y descripción cuantitativa de los fenómenos que determinan el comportamiento de los reactores químicos, en la formulación de modelos cinéticos de reacciones y de reactores, en la obtención e interpretación de datos cinéticos, en la simulación numérica de diferentes tipos de reactores y, finalmente, que disponga de criterios claros para seleccionar reactores y condiciones de operación apropiadas para llevar a cabo procesos de fabricación o de transformación en instalaciones industriales.

### ■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Formular modelos cinéticos para reacciones homogéneas y heterogéneas.
- Obtener e interpretar información cinética de reacciones simples y múltiples.
- Conocer la formulación, preparación y caracterización de catalizadores empleados en procesos catalíticos industriales.
- Analizar la influencia de las etapas físicas en las reacciones polifásicas.
- Valorar el efecto de las principales variables (temperatura, composición, área interfacial, tamaño partículas, etc.) en la velocidad de reacción observada.
- Conocer y clasificar los diversos tipos de reactores químicos atendiendo a criterios de circulación y número de fases.
- Ser capaz de modelar el comportamiento de los diversos tipos de reactores químicos en función de las variables de entrada, condiciones hidrodinámicas del proceso y sistema de intercambio de calor.
- Seleccionar la configuración de reactor más conveniente para llevar a cabo un determinado proceso químico, en función de sus características específicas.
- Analizar la estabilidad de los diversos reactores químicos.

## III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

### ■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Termodinámica Aplicada. Bases de la Ingeniería. Matemáticas. Física. Cálculo Numérico.

### ■ RECOMENDACIONES:

Es conveniente tener conocimientos de software de cálculo científico.

## IV.- CONTENIDOS

### ■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:



Cinética de reacciones químicas. Métodos de análisis de datos cinéticos. Catálisis. Tipos de reactores químicos. Modos de operación del reactor en la industria química. Ecuaciones básicas de diseño del reactor. Reactores reales. Experimentación para la determinación de ecuaciones cinéticas. Experimentación con reactores químicos.

## ■ PROGRAMA:

1. Concepto de la Ingeniería de la Reacción Química. Fundamentos científicos. Análisis y modelado de los reactores químicos.
2. Reactores químicos. Reactores más frecuentes en la industria. Reactores ideales.
3. Balances de materia en reactores ideales homogéneos. Reactor discontinuo, reactor continuo de mezcla completa y reactor continuo tubular de flujo pistón. Flujo No Ideal.
4. Cinética Química Aplicada. Modelos mecanísticos y empíricos. Obtención e interpretación de datos cinéticos. Discriminación de modelos y estimación de parámetros.
5. Efectos térmicos en reactores químicos ideales.
6. Rendimiento en reacciones múltiples homogéneas. Reacciones en paralelo, serie, serie-paralelo.
7. Reactores heterogéneos. Tipos y aplicaciones.
8. Reactores de Lecho Fijo. Catálisis heterogénea. Fenomenología y extrapolación de datos de laboratorio a reactores reales.
9. Reactores de Lecho Fluidizado. Fenomenología y extrapolación de datos de laboratorio a reactores reales.
10. Reactores Gas-Sólido no catalíticos. Fenomenología y extrapolación de datos de laboratorio a reactores reales.
11. Reactores Fluido-Fluido no miscibles. Fenomenología y extrapolación de datos de laboratorio a reactores reales.

## V.- COMPETENCIAS

### ■ GENÉRICAS:

- **CG1-TQ1:** Utilizar conceptos para el aprendizaje autónomo de nuevos métodos y teorías.
- **CG1-TQ2:** Diseñar y gestionar procedimientos de experimentación aplicada, especialmente para la determinación de propiedades termodinámicas y de transporte, y de modelado de fenómenos y sistemas en el ámbito de la ingeniería química, sistemas con flujo de fluidos, transmisión de calor, operaciones de transferencia de materia, cinética de las reacciones químicas y reactores.
- **CG4-TQ1:** Aplicar conceptos de biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química. Diseñar reactores, y evaluar la transformación de materias primas y recursos energéticos.
- **CG5-TQ1:** Analizar, diseñar, simular y optimizar procesos y productos.

### ■ ESPECÍFICAS:



- **CE20-IP4:** Reconocer los fundamentos de las operaciones básicas y de la ingeniería de la reacción química.
- **CE20-IP5:** Realizar cálculos sencillos de operaciones básicas, cinética química y diseño de reactores ideales.
- **CE20-IP6:** Calcular los parámetros básicos de diseño de reactores.
- **CE20-IP7:** Analizar el comportamiento de reactores químicos.
- **CE22-IP1:** Aplicar los métodos que permiten formular los modelos cinéticos y calcular los parámetros cinéticos.

■ **TRANSVERSALES:**

- **CT1-TQ1:** Desarrollar capacidad de análisis y síntesis.
- **CT2-TQ1:** Resolver problemas en el área de la Tecnología Química.
- **CT4-TQ1:** Comunicarse en español utilizando los medios audiovisuales habituales.
- **CT5-TQ1:** Consultar, utilizar y analizar fuentes bibliográficas en el área de la Tecnología Química.
- **CT5-TQ2:** Consultar, utilizar y analizar bases de datos especializadas y de recursos accesibles a través de Internet.
- **CT6-TQ1:** Utilizar herramientas y programas informáticos para calcular, simular y aproximar.
- **CT8-TQ1:** Demostrar capacidad para el razonamiento crítico y autocrítico.
- **CT11-TQ1:** Aprender de forma autónoma.
- **CT12-TQ1:** Desarrollar sensibilidad hacia la repercusión social y medioambiental de las soluciones ingenieriles.

**VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD**

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas	65	85	6
Seminarios	26	31,5	2,3
Tutorías/Trabajos dirigidos	6	9	0,6
Laboratorios	30	22,5	2,1
Preparación de trabajos y exámenes	6	19	1
<b>Total</b>	<b>133</b>	<b>167</b>	<b>12</b>

**VII.- METODOLOGÍA**

Los contenidos de la asignatura se presentan a los alumnos en clases presenciales, divididas en dos tipos:



- Las denominadas **clases presenciales de teoría** se impartirán al grupo completo, y en ellas se dará a conocer al alumno el contenido de la asignatura. Al comienzo de cada tema se expondrá claramente el contenido y objetivos principales de dicho tema. Al final del tema se hará un breve resumen de los contenidos más relevantes y se plantearán nuevos objetivos que permitirán interrelacionar contenidos ya estudiados.

**Durante la exposición de contenidos se propondrán cuestiones que ejemplifiquen los conceptos desarrollados o que sirvan de introducción a nuevos contenidos.** Para facilitar la labor de seguimiento por parte del alumno de las clases presenciales se le proporcionará **la parte que se estime necesaria del material docente utilizado por el profesor**, bien en fotocopia o en el Campus Virtual. **La exposición de cada uno de los temas se hará haciendo uso de la pizarra y de software de presentaciones, simulación, cálculo numérico, etc.**

- Las **clases presenciales de problemas**. Periódicamente se suministrará al alumno una relación de problemas/ejercicios. Algunos de estos ejercicios serán resueltos en clase por el profesor y otros se propondrán al alumno para ser resueltos como trabajo personal. Estos últimos se entregarán al profesor. Posteriormente se discutirán los resultados de estos problemas, en grupos reducidos.
- Las **clases presenciales de laboratorio**. A lo largo del curso se realizarán tres prácticas de laboratorio, con asistencia obligatoria. En ellas, el alumno -trabajando en grupos de reducido tamaño- obtendrá datos en un sistema experimental y aplicará los conceptos, habilidades y destrezas adquiridos en las clases de teoría y problemas para su análisis e interpretación. El estudiante elaborará una memoria de la práctica, donde presentará el objeto de la práctica, la experimentación realizada, los resultados experimentales obtenidos y la discusión razonada de éstos que le permita elaborar las conclusiones alcanzadas. Antes de la realización de las prácticas el alumno deberá realizar y superar un cuestionario sobre la práctica que va a realizar. El estudiante realizará también un examen de los fundamentos y metodología aplicadas en las prácticas de laboratorio. Se calificará el trabajo realizado en el laboratorio, la memoria entregada y el examen realizado.
- En las **actividades dirigidas** los alumnos deberán **realizar** algún trabajo a lo largo del curso, sobre temas propios de la asignatura, que se evaluarán como actividades de trabajo autónomo o no presencial. El objetivo general de estos trabajos es que los alumnos aprendan a realizar búsquedas bibliográficas para obtener la información necesaria para resolver un problema abierto y orientado hacia la realidad industrial, a analizarla, valorarla y aplicarla. Los trabajos propuestos a cada alumno incluyen, además del trabajo bibliográfico, métodos de cálculo, interpretación de resultados y elaboración del correspondiente informe. **Sería conveniente, si el número de alumnos lo permite, que el alumno presente su trabajo en clase una vez finalizado, respondiendo además a las cuestiones que planteen el profesor y los compañeros.**
- Las **tutorías** se programarán de forma individualizada o con grupos reducidos. En ellas se resolverán las dudas planteadas por los alumnos y se discutirán los problemas y las cuestiones aportadas por el profesor relacionadas con el temario de la asignatura, así como casos prácticos concretos.
- Se utilizará el **Campus Virtual** para permitir una comunicación fluida entre profesores y alumnos y como instrumento para poner a disposición de los alumnos el material que se considere necesario del utilizado en las clases tanto teóricas como de problemas. También podrá utilizarse como foro en el que se presenten algunos temas



complementarios cuyo contenido, aunque importante en el conjunto de la materia, no se considere oportuno presentarlo en las clases presenciales.

## VIII.- BIBLIOGRAFÍA

### ■ BÁSICA:

- Levenspiel, O.: "*Ingeniería de las Reacciones Químicas*", 2ª Ed. Reverté. 1981; 3ª Ed., John Wiley, 1999.
- Fogler, H.S.: "*Elements of Chemical Reaction Engineering*", 3ª Ed., Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1999.
- Froment, F.F. y Bischoff, K.B.: "*Chemical Reactor Analysis and Design*". 1ª Ed., John Wiley, 1979. 2ª Ed., 1990.
- Smith, J.M.: "*Ingeniería de la Cinética Química*", CECSA, 1981.
- Metcalfe, I.S.: "*Chemical Reaction Engineering. A first Course*", Oxford Science Publications, 1999.

### ■ COMPLEMENTARIA:

- González Velasco, J.R.; González Marcos, M.A.; González Marcos, M.P., Gutiérrez Ortiz, J.I. y Gutiérrez Ortiz, M.A.: "*Cinética Química Aplicada*", Ed. Síntesis, Madrid, 1999.
- Santamaría, J., Erguido, J., Menéndez, M.A. y Monzón, A.: "*Ingeniería de Reactores*", Ed. Síntesis. Madrid, 1999.
- Villermaux, J.: "*Genie de la reaction chimique. Conception et fonctionnement des reacteurs*", Lavoisier, 1982.
- Missen, R.W, Mins, C.A. y Saville, B.A.: "*Introduction to Chemical Reaction Engineering and Kinetics*", Wiley, 1999.
- Westertep, K.R., van Swaaij, W.P.M. y Beenackers, A.A.C.C.: "*Chemical Reactor Design and Operation*", Wiley, 2ª Ed., 1984.

## IX.- EVALUACIÓN

El rendimiento académico del alumno y la calificación final de la asignatura se computarán de forma ponderada atendiendo a los siguientes porcentajes, que se mantendrán en **todas las convocatorias**:

### ■ EXÁMENES ESCRITOS:

**70 %**

Se realizarán durante el curso cuatro exámenes escritos, dos en el primer cuatrimestre y dos en el segundo cuatrimestre, correspondientes al temario de la asignatura en cada periodo. La calificación de estos exámenes contribuirá en un 70% a la nota global. Si la calificación media global obtenida en los dos primeros exámenes es inferior a 4, el estudiante no se podrá presentar a los dos exámenes del segundo cuatrimestre, y tendrá que realizar el examen final de toda la asignatura.

Los alumnos cuya media de los exámenes de curso sea igual o superior a 4 sobre 10 y que hayan obtenido una calificación igual o superior a 5 sobre 10 en la nota global



(teniendo en cuenta la calificación del trabajo personal) no están obligados a presentarse al examen final.

El examen final de toda la asignatura contribuirá en un 70% a la nota final. Será necesario obtener una puntuación mínima de 5,0 puntos sobre 10,0 en el examen final para acceder a la calificación global de la asignatura. Este último criterio se mantendrá para la convocatoria extraordinaria.

■ **TRABAJO PERSONAL:** **30 %**

La evaluación del trabajo de aprendizaje individual realizado por el alumno se realizará teniendo en cuenta los factores:

- Destreza del alumno en la resolución de los problemas y ejercicios propuestos, que se recogerán periódicamente en las clases presenciales.
- Valoración del trabajo en las clases presenciales de problemas y en tutorías.
- Valoración del trabajo realizado en las prácticas de laboratorio (asistencia obligatoria).

■ **ASISTENCIA Y PARTICIPACIÓN ACTIVA EN LAS CLASES:**

Para poder acceder a la evaluación global de la asignatura, el estudiante debe haber participado al menos en el 70% de las actividades presenciales de aula (teoría y seminarios y tutorías) y haber asistido a las clases de laboratorio.

Las calificaciones de las actividades previstas para la evaluación de la asignatura (exámenes parciales, laboratorios, tutorías, entrega de problemas,...) 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 especial, las notas de los exámenes parciales se comunicarán en un plazo máximo de 20 días, salvo en el caso del segundo parcial, en el que el plazo puede ser menor para adaptarse al examen final. En todo caso, se respetará el plazo mínimo de siete días entre la publicación de las calificaciones y la fecha del examen final de la asignatura



**PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA**

El programa se desarrollará con el siguiente esquema (los temas están ordenados cronológicamente):

TEMA	CUATRIMESTRE
<i>1. Concepto de Ingeniería de la Reacción Química</i>	1
<i>2. Reactores químicos</i>	1
<i>3. Balances de materia en reactores ideales homogéneos. Flujo No ideal</i>	1
<i>4. Cinética Química Aplicada</i>	1
<i>5. Efectos térmicos en Reactores Químicos Ideales.</i>	2
<i>6. Rendimiento en reacciones múltiples homogéneas</i>	2
<i>7. Reactores heterogéneos. Catálisis heterogénea</i>	2
<i>8. Reactores de lecho fijo</i>	2
<i>9. Reactores de lecho fluidizado</i>	2
<i>10. Reactores gas-sólido</i>	2
<i>11. Reactores fluido-fluido no miscibles</i>	2

Las clases de laboratorios y las tutorías se harán en grupos reducidos.



**RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES**

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
<b>Clases de teoría</b>	CG1-TQ1, CG4-TQ1, CG5-TQ1, CE20-IP4, CE20-IP7, CE22-IP1, CT1-TQ1, CT5-TQ1, CT5-TQ2, CT11-TQ1, CT12-TQ1	Exposición de conceptos teóricos. Evaluación de los conocimientos teóricos adquiridos por el estudiante	Asistencia y toma de apuntes, consulta de fuentes bibliográficas y estudio personal. Formulación de preguntas y dudas	Asistencia y participación del estudiante en las clases de teoría	65	85	150	-
<b>Seminarios</b>	CG1-TQ1, CG5-TQ1, CE20-IP5, CE20-IP6, CE22-IP1, CT1-TQ1, CT2-TQ2, CT5-TQ1, CT5-TQ2, CT11-TQ1, CT12-TQ1	Aplicación de los conceptos de teoría a la resolución de cuestiones y problemas. Evaluación de las habilidades del estudiante en la resolución de problemas y ejercicios.	Asistencia y toma de apuntes, consulta de fuentes bibliográficas y estudio personal. Formulación de preguntas y dudas	Asistencia y participación del estudiante en las clases de seminarios y evaluación de entrega de los ejercicios propuestos por el profesor	26	31,5	57,5	-
<b>Laboratorio</b>	CG1-TQ2, CE22-IP1, CT4-TQ1, CT5-TQ1, CT5-TQ2, CT6-TQ1, CT8-TQ1,	Exposición de los fundamentos teóricos y la metodología para la realización de las prácticas e interpretación de los resultados obtenidos. Supervisión y apoyo al estudiante durante estas etapas. Calificación de los conocimientos adquiridos y del trabajo práctico realizado	Estudio de los fundamentos teórico/prácticos necesarios para la tarea experimental, realización de ésta y elaboración de la memoria técnica,	Evaluación del trabajo del estudiante durante la realización de las prácticas y de las memorias técnicas individuales del trabajo experimental realizado. Exámenes escritos de los conocimientos adquiridos	30	22,5	52,5	15%
<b>Tutorías/ Actividades Dirigidas</b>	CG1-TQ1, CG5-TQ1, CE20-IP7, CE22-IP1, CT4-TQ1, CT5-TQ1, CT6-TQ1, CT11-TQ1, CT8-TQ1, CT12-TQ1	Seguimiento y apoyo a la adquisición de conocimientos y competencias por parte del estudiante, mediante actividades individuales y/o en grupo. Evaluación del trabajo realizado por el alumno en estas actividades.	Planteamiento de dudas y cuestiones al profesor y autoevaluación de los conocimientos y competencias adquiridas. Elaboración de los trabajos propuestos	Valoración del trabajo realizado por el estudiante	6	9	15	15%
<b>Exámenes</b>	CG4-TQ1, CG5-TQ1, CE20-IP5, CE20-IP6, CT1-TQ1, CT4-TQ1, CT8-TQ1	Elaboración de exámenes, supervisión, corrección y calificación de las pruebas.	Preparación y realización del las pruebas para la evaluación de los conocimientos y su aplicación a la resolución de cuestiones teórico/prácticas	Calificación de las pruebas	6	19	25	70%

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



## 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: Microsoft Teams disponible en el CV, Google Meet, 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. Atendiendo a las particularidades de cada práctica, si es posible en algún caso la presencialidad podrá verse modificada ligeramente. La organización docente experimental se sustenta en los siguientes aspectos:
  - Se tiene previsto la resolución de un cuestionario antes del inicio de cada sesión.
  - La impartición de cada sesión práctica se estructura en tres partes: introducción teórico-práctica, procedimiento experimental y tratamiento de resultados.
  - El procedimiento experimental se desarrollará de forma presencial. En los casos en los que esto no pueda ser viable se prevé la utilización de material grabado o de vídeos comerciales.
  - Las otras dos partes serán impartidas atendiendo a alguno 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.

Al finalizar todos los turnos de laboratorio de una práctica se realizará un examen de ésta mediante un cuestionario. Las indicaciones necesarias para realizar este cuestionario estarán disponibles con antelación en el CV

- **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 (Microsoft 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.

## X.- EVALUACIÓN

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



## ESCENARIO 3. TOTALMENTE VIRTUAL

### VIII.- METODOLOGÍA

- **Clases de teoría virtual**, mediante sesiones síncronas, preferentemente, a través del empleo de plataformas como Microsoft Teams o Google Meet que permiten la participación de los alumnos y la interacción de los alumnos con el profesor. Estas sesiones se grabarán y estarán disponibles en el CV. También estarán disponibles archivos (presentaciones de Power Point o documentos pdf) con el contenido del tema. Si en algún tema no se realizan clases síncronas se dotará a los archivos correspondientes de notas y/o de audios explicativos del 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, preferentemente mediante clases síncronas a través del empleo de plataformas como Microsoft Teams o Google Meet, que quedarán grabadas en el CV.
- **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 Microsoft Teams, Zoom, Google Meet 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.

Se emplea el material que se detalla a continuación y que está disponible en el CV de cada subgrupo de prácticas:

- Guion de la práctica.
- Presentación explicativa en forma de ejercicio.
- 1 sesión síncrona con Google Meet/Microsoft Teams.
- Grabación de la sesión síncrona

El estudiante deberá realizar antes de la sesión síncrona un cuestionario sobre la práctica, que deberá superar para que la práctica pueda ser calificada.

Tras la realización de la práctica se realizará un examen de la práctica en forma de cuestionario. Las indicaciones para realizar ambos cuestionarios estarán disponibles con antelación en el CV. El estudiante entregará la memoria de la práctica a través de una tarea en el CV.

- **Seguimiento del alumnado**  
Se realizará igual que lo descrito en el Escenario 2 para la docencia virtual.

### X.- EVALUACIÓN

#### DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO DE EVALUACIÓN

- **Identificación de estudiantes:**  
Con anterioridad al inicio del examen, los alumnos deberán entregar un documento de compromiso escrito a mano y digitalizado en formato PDF, aceptando las normas para la realización de la prueba. El texto del documento estará disponible en el espacio de la asignatura del Campus Virtual. En dicho documento se deberá hacer constar nombre y apellidos, firma, lugar y copia del DNI. La identificación de los alumnos que realicen el examen se llevará a cabo a través de: (i) entrada al Campus Virtual para poder visualizar los enunciados del examen, (ii) imagen de video a través de Google Meet o Microsoft



Teams (desde la cámara del ordenador o del móvil), (iii) documento de compromiso, y (iv) posible comprobación telemática a lo largo del examen por parte del profesor.

- **Tipo de examen:**

Las pruebas escritas previstas a lo largo del curso (dos en el primer parcial y dos en el segundo parcial) se realizarán en este escenario de modo virtual. Cada prueba escrita constará de un parte de teoría y otra de problemas y se diseñará en el Campus Virtual (Moodle) a través de la herramienta de Tareas y Cuestionarios, con la posibilidad de que diferentes estudiantes pueden acceder a exámenes diferentes. Los detalles sobre la realización y desarrollo de las pruebas escritas se indicarán con la suficiente antelación en el CV.

El examen ordinario y extraordinario se diseñarán en el Campus Virtual (Moodle) a través de la herramienta de Tareas y Cuestionarios, con la posibilidad de que diferentes estudiantes puedan acceder a exámenes diferentes. Constará de una parte de teoría y otra de problemas en bloques diferenciados. Los detalles sobre la realización y desarrollo del examen se indicarán con la suficiente antelación en el CV.

Siguen siendo válidos los requisitos recogidos en el escenario 1 para optar a la evaluación por curso y a la calificación global de la asignatura.

- **Seguimiento de estudiantes durante la prueba:**

Durante la realización de la prueba, los alumnos deberán tener conectada una cámara (del ordenador o del móvil) que haga posible la comprobación por parte del profesor del cumplimiento del compromiso firmado por el alumno para realizar el examen de forma individual y con los medios indicados.

- **Revisión de exámenes:**

Los estudiantes que deseen revisión se pondrán en contacto con los profesores correspondientes a la parte que solicitan revisar mediante correo electrónico y se establecerá el horario de revisión individual mediante Microsoft Teams/Google Meet. El estudiante conservará copia de los ficheros PDF enviados como respuesta del examen para facilitar la revisión. Por otra parte, el profesor podrá requerir del alumno la revisión y discusión interactiva de su examen dentro del plazo que se establezca para la revisión del mismo, que se notificará en el CV.

- **Mecanismo empleado para la documentación/grabación de las pruebas de evaluación para su posterior visualización y evidencia:**

El profesor conservará los ficheros (en el formato electrónico que se especifique) del ejercicio de examen enviados por el estudiante, con las calificaciones parciales que estime oportunas. Además, si se estima oportuno, se podrá proceder a la grabación de la sesión del examen, con las limitaciones establecidas por la UCM, para posterior revisión si fuera necesario. Dicha grabación, de efectuarse, se almacenará con las medidas de seguridad necesarias en equipos de UCM y será eliminada pasado el tiempo de revisión.