



Guía Docente.

Escenarios 1, 2 y 3:

INGENIERÍA TÉRMICA



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



ESCENARIO 1. PRESENCIAL

I.- IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA ASIGNATURA: Ingeniería Térmica
NÚMERO DE CRÉDITOS: 9
CARÁCTER: Obligatoria
MATERIA: Termodinámica e Ingeniería Térmica
MÓDULO: Ingeniería Industrial
TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Química
SEMESTRE/CUATRIMESTRE: Primero (tercer curso)
DEPARTAMENTO/S: Ingeniería Química y de Materiales

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Grupo A	
Teoría Seminario Tutorías	Profesor: JUAN GARCÍA RODRÍGUEZ Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA-150 e-mail: jgarciar@ucm.es
	Profesor: EDUARDO DÍEZ ALCÁNTARA Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QP 110 e-mail: ediezalc@ucm.es
	Profesora: SILVIA ÁLVAREZ TORRELLAS Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA-143 e-mail: satorrellas@ucm.es
Prácticas	Coordinador: JUAN GARCÍA RODRIGUEZ Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QP 150 e-mail: jgarciar@ucm.es

II.- OBJETIVOS

■ **OBJETIVO GENERAL**

El objetivo de este curso es conocer los mecanismos básicos de la transmisión de calor y las ecuaciones básicas que se aplican en cada caso. Tomar conciencia de la



importancia de los aislamientos y de la recuperación de calor así como modelar problemas relativos a la transmisión de calor y aprender a resolverlos.

■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Poder enumerar situaciones en las que se produzca transferencia de calor.
- Explicar el significado de términos como: calor, conducción, convección, radiación, coeficiente individual y global de transmisión de calor, flujo en contracorriente y en paralelo, perfil de temperatura, resistencia térmica.
- Conocer el principio de funcionamiento y el intervalo de aplicación de instrumentos de medida de temperatura y los agentes de calefacción y enfriamiento habituales.
- Saber aplicar la ley de Fourier a geometrías planas, cilíndricas y esféricas.
- Calcular el flujo de calor por conducción en un sólido o en un fluido en reposo.
- Determinar el perfil de temperatura en el espesor de un sólido o de un fluido en reposo donde no se dé convección.
- Saber analizar la conducción en el funcionamiento de superficies extendidas o aletas.
- Calcular el flujo de calor por conducción unidimensional en régimen no estacionario en la placa plana, cilindro y esfera.
- Saber aplicar el método de la resistencia interna despreciable.
- Saber aplicar otros métodos alternativos como los efectos espaciales.
- Conocer el fundamento del transporte de energía por convección y la definición de coeficiente individual de transmisión de calor.
- Establecer los números adimensionales más habituales que se utilizan para agrupar las variables implicadas en el transporte de calor por convección en flujo interno.
- Enumerar y explicar los principales efectos a tener en cuenta en el cálculo de coeficientes a partir de correlaciones experimentales.
- Presentar las principales correlaciones experimentales para flujo interno.
- Establecer y estimar los coeficientes de transmisión de calor en sistemas de geometría sencilla y de interés industrial por convección forzada
- Enumerar y explicar los principales efectos a tener en cuenta en el cálculo de coeficientes a partir de correlaciones experimentales.
- Identificar el mecanismo de convección natural en una determinada aplicación.
- Presentar las principales correlaciones experimentales para flujo externo.
- Evaluar el flujo de calor que se transmite en un líquido en ebullición.
- Evaluar el flujo de calor crítico en ebullición nucleada y calcular el coeficiente individual de T. C. en un líquido en ebullición.
- Calcular los coeficientes individuales de T. C. en un vapor condensante en función de la geometría y del tipo de condensación que se esté dando.
- Explicar el significado de términos como: Ebullición nucleada, ebullición en película, condensación en gotas, flujo anular, etc.
- Calcular la resistencia al transporte (coeficiente global de T. C.) en función de la resistencia de los fluidos y la geometría.



- Describir el método de diseño térmico de cambiadores (DTML): cálculo del área necesaria. Aplicar el método a cambiadores de tubos concéntricos, carcasa y tubos y placas y marcos.
- Realizar balances de materia y energía a un evaporador.
- Proponer acciones para mejorar la eficacia en evaporación.
- Evaluar la economía y el incremento útil de temperatura en un evaporador.
- Proponer las condiciones más adecuadas de operación en un evaporador.
- Conocer las distintas configuraciones de evaporadores más frecuentes en la industria química.
- Dimensionar térmicamente un evaporador.
- Conocer las leyes fundamentales que rigen la radiación térmica.
- Evaluar el flujo de calor que se transmite por radiación en una determinada aplicación.
- Determinar la temperatura de una superficie que intercambia calor por radiación con el ambiente.
- Explicar y definir términos como: radiación térmica, cuerpo negro, cuerpo gris, emisividad, superficie refractaria, factor de visión.
- Conocer el concepto de factor de visión.
- Determinar el intercambio de radiación entre superficies negras y refractarias en un recinto.
- Determinar el intercambio de radiación entre superficies grises y refractarias en un recinto así como entre superficies y gases.
- Identificar las secciones básicas de calderas y hornos.
- Estimar el flujo de calor transferido en un horno o caldera.
- Dimensionar de forma aproximada los hornos.

III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

■ RECOMENDACIONES:

Se recomienda haber cursado las asignaturas “*Termodinámica Aplicada*” del 2º curso, 2º semestre (4º semestre) y “*Mecánica de Fluidos*” de 2º curso, 2º semestre (4º semestre).

IV.- CONTENIDOS

■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

Conducción. Convección natural y forzada. Cambio de fase. Radiación. Cambiadores de calor. Evaporadores y condensadores. Fuentes de energía: combustión. Hornos. Calderas de vapor.

**PROGRAMA:****BLOQUE 1. INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA TÉRMICA**

Tema 1. Generalidades. Introducción. Mecanismos de transmisión de calor. Leyes fundamentales. Medida de la temperatura. Agentes habituales de calefacción y enfriamiento.

BLOQUE 2. MECANISMO DE TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONDUCCIÓN

Tema 2. Transmisión de calor por conducción. Ley de Fourier: conductividad térmica. Ecuación de conservación de energía. Conducción de calor a través de sólidos: unidimensional y multidimensional. Conducción de calor en régimen no estacionario. Resolución de problemas de transmisión de calor por métodos numéricos.

BLOQUE 3. MECANISMO DE TRANSMISIÓN DE CALOR POR CONVECCIÓN

Tema 3. Transmisión de calor por convección I. Flujo interno. Introducción. Coeficientes individuales de transmisión de calor. Análisis dimensional. Efectos de entrada. Variación de las propiedades físicas con la temperatura. Régimen laminar. Régimen turbulento. Régimen de transición. Conducciones de sección no circular. Influencia de la convección natural. Fluidos no newtonianos. Metales líquidos.

Tema 4. Transmisión de calor por convección II. Flujo externo. Estimación de coeficientes de transmisión de calor en sistemas de geometría sencilla: placas planas, cuerpos cilíndricos, cuerpos esféricos. Estimación de coeficientes de transmisión de calor en sistemas de interés industrial: lechos fijos, bloques de tubos. Transmisión de calor por convección natural.

Tema 5. Transmisión de calor con cambio de fase. Introducción. Ebullición de líquidos sobre superficies sumergidas. Ebullición de líquidos en el interior de tubos. Condensación de vapores sobre superficies verticales y horizontales.

BLOQUE 4. EQUIPOS DE TRANSMISIÓN DE CALOR

Tema 6. Cambiadores de calor. Conceptos básicos. Tipos de cambiadores. Coeficiente global de transmisión de calor. Factor de ensuciamiento. Cambiadores de calor de tubos concéntricos: ecuación básica de diseño. Cambiadores multitubulares. Número de unidades de transferencia. Cambiadores de calor compactos. Aletas. Cambiadores de placas. Consideraciones generales de diseño.

Tema 7. Integración de calor. Tecnología Pinch. Principios y objetivos del análisis Pinch. Requerimientos mínimos de calentamiento y enfriamiento. Construcción de curvas compuestas El punto Pinch. Algoritmo de la tabla problema. Gran curva compuesta. Mínimo número de intercambiadores. Diseño de red de intercambio de calor.

Tema 8. Evaporación. Introducción. Ecuación de diseño de un evaporador. Cálculo de un evaporador. Aprovechamiento de la energía: múltiples efectos, recompresión. Tipos de evaporadores.

**BLOQUE 5. MECANISMO DE TRANSMISIÓN DE CALOR POR RADIACIÓN**

Tema 9. Transmisión de calor por radiación I. Conceptos básicos. Naturaleza de la radiación térmica. Emisión de la radiación: cuerpo negro, ley de Planck, ley de Stefan-Boltzmann, emisividad. Recepción de la radiación: absorbanza, reflectancia y transmitancia. Transmisión de la radiación. Relación entre la intensidad de radiación y el flujo de radiación incidente o el poder emisor. Ley de Kirchhoff: superficies grises. Propiedades radiantes de las superficies reales. Radiación medioambiental.

Tema 10. Transmisión de calor por radiación II. Intercambio de energía radiante. Introducción. Factores de visión. Sistemas cerrados de superficies negras. Sistemas cerrados de superficies negras y superficies refractarias. Sistemas cerrados de superficies grises y superficies refractarias. Intercambio de radiación entre superficies y gases.

Tema 11. Hornos. Introducción. Factores en la transferencia de calor radiante. Receptor de calor. Fuente de calor.

V.- COMPETENCIAS**■ GENERALES:**

- **CG1-MII1:** Aplicar conceptos de termodinámica aplicada y transmisión de calor.
- **CG1-MII7:** Utilizar los principios de máquinas y mecanismos.

■ ESPECÍFICAS:

- **CE7-T12:** Reconocer los principios en que se basan los diferentes mecanismos de transmisión de calor.
- **CE7-T13:** Diseñar los equipos basados en la transmisión de calor: cambiadores de calor, evaporadores, condensadores.
- **CE7-T14:** Diseñar los equipos generadores de energía por combustión: hornos, calderas de vapor.
- **CE7-T15:** Medir los parámetros técnicos en equipos e instalaciones de transmisión de calor y su interpretación técnica.

■ TRANSVERSALES:

- **CT2-III1:** Demostrar capacidad de análisis y síntesis.
- **CT3-III1:** Organizar y planificar documentos y proyectos en el ámbito de la Ingeniería.
- **CT5-III1:** Consultar, utilizar y analizar fuentes bibliográficas.
- **CT5-II2:** Usar bibliografía y bases de datos especializadas y de recursos accesibles a través de Internet.



- **CT6-III:** Utilizar programas informáticos para calcular, diseñar, simular, aproximar y predecir.
- **CT7-III:** Trabajar en equipo.
- **CT9-III:** Demostrar compromiso ético profesional.
- **CT10-III:** Integrar los conocimientos adquiridos y aplicarlos a la resolución de problemas.
- **CT11-III:** Aprender de forma autónoma.
- **CT13-III:** Demostrar iniciativa y creatividad para resolver nuevas situaciones.

VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Teoría	39	63,5	4,1
Seminarios	21	36,5	2,3
Tutorías	4	6	0,4
Laboratorio	25	17,5	1,7
Preparación de trabajos y exámenes	6	6,5	0,5
Total	95	130	9

VII.- METODOLOGÍA

La práctica docente seguirá una metodología mixta basada en el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje colaborativo y el autoaprendizaje. Esta metodología se desarrollará a través de clases teóricas, clases de seminarios, tutorías y trabajos dirigidos, y prácticas de laboratorio.

Las **clases teóricas** se desarrollarán en un solo grupo, formado por el conjunto de todos los estudiantes matriculados en la asignatura. Consistirán, de forma mayoritaria, en lecciones magistrales en las que se expondrán los conocimientos teóricos necesarios para resolver los ejemplos prácticos que se ven durante el curso.

Las **clases de seminario** se desarrollarán en dos grupos. En estas clases se abordará tanto la resolución de problemas previamente propuestos como algunos temas de carácter complementario y eminentemente prácticos.

Las **tutorías y trabajos dirigidos** se desarrollarán en un solo grupo, formado por el conjunto de todos los estudiantes matriculados en la asignatura. En las tutorías se supervisará el progreso de los estudiantes en su trabajo personalizado, resolviendo sus dudas.



Las **prácticas de laboratorio** consistirán en determinaciones experimentales donde se desarrollen tanto las competencias generales (CG1-MII1, CG1-MII7) como las específicas (CE7-T12, CE7-T15), y se interpretarán los resultados mediante la elaboración de informes, de acuerdo a las competencias transversales (CT2-III1, CT3-III1, CT5-III1, CT5-II2, CT6-III1 y CT7-III1). Así mismo se plantearán cuestiones por los profesores en el laboratorio.

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

VIII.- BIBLIOGRAFÍA

■ BÁSICA:

- Kreith, F. y Bohn, M.S., *“Principles of Heat Transfer”*, Harper & Row, 5ª Ed., New York, (1997). Ed. Castellano: *“Principios de transferencia de calor”*, 6ª Ed., Ed. Paraninfo, Madrid, 2001.
- Incropera, F.P. y de Witt, D.P., *“Introduction to Heat Transfer”*, John Wiley & Sons, 3ª Ed, New York, 1996. Ed. Castellano: *“Fundamentos de la transferencia de calor”*, Prentice Hall, 1999.
- Costa, E y col., *“Ingeniería Química 4. Transmisión de calor”*, Alhambra, Madrid, 1986.

■ COMPLEMENTARIA:

- Holman, J.P., *“Heat Transfer”*, McGraw-Hill, New York, 8ª Ed., 1997.
- Geankoplis, C.J., *“Transport processes and unit operation”*, 4ª ed., 2003.

IX.- EVALUACIÓN

El rendimiento académico del alumno así como la calificación final de la asignatura se obtendrá de forma ponderada, atendiendo a los porcentajes que se expresan a continuación y que se mantendrán en todas las convocatorias.

Tanto las tutorías dirigidas como las prácticas de laboratorio son obligatorias. Para poder realizar el examen final será necesario que el alumno haya participado al menos en el 70% de las actividades presenciales de aula (teoría, seminarios y tutorías).

■ EXÁMENES ESCRITOS:

70 %

Convocatoria ordinaria: se realizarán dos exámenes parciales y un examen final común a todos los grupos.

Para superar esta convocatoria por parciales será necesario:

- a) Obtener una nota mínima de 10 sobre 20 en la suma de los dos exámenes parciales.
- b) Que en ninguno de los dos parciales la nota obtenida sea inferior a 4 sobre 10.



- c) Que la calificación total ponderada con el resto de actividades sea al menos de 5 sobre 10.
- d) Si la calificación obtenida en el primer parcial es inferior a 4, no se podrá presentar al segundo parcial, y tendrá que realizar el examen final con toda la asignatura.

Los alumnos que superen los dos exámenes parciales no estarán obligados a presentarse al examen final. Los exámenes constarán de preguntas y problemas sobre los contenidos impartidos durante el curso en las clases teóricas y seminarios.

En la convocatoria extraordinaria se realizará un único examen final semejante al realizado en la convocatoria ordinaria. Quienes no aprueben la asignatura en esta convocatoria ordinaria deberán examinarse de todo el temario.

Competencias evaluadas: CG1-MII1, CG1-MII7, CE7-T12, CE7-T13, CE7-T14, CT2-II1 y CT10-II1.

■ TRABAJO PERSONAL: 10 %

El trabajo personal realizado por el estudiante se evaluará teniendo en cuenta su destreza en la resolución de problemas modelo mediante controles escritos o su entrega personalizada. Esta calificación se mantendrá para la convocatoria extraordinaria.

Competencias evaluadas: CG1-MII1, CG1-MII7, CE7-T12, CE7-T13, CE7-T14, CT2-II1, CT3-II1, CT5-II2, CT6-II1, CT7-II1, CT9-II1, CT11-II1 y CT13-II1.

■ LABORATORIO: 20 %

La capacidad para efectuar determinaciones experimentales e interpretar los resultados se llevará a cabo sobre los informes elaborados y las cuestiones planteadas por los profesores en el laboratorio.

Las calificaciones obtenidas por el alumno en la convocatoria ordinaria por este concepto se mantendrán en la convocatoria extraordinaria.

Competencias evaluadas: CG1-MII1, CG1-MII7, CE7-T12, CE7-T15, CT2-II1, CT3-II1, CT5-II1, CT5-II2, CT6-II1, CT7-II1, CT9-II1 y CT13-II1.

Las calificaciones estarán basadas en la puntuación absoluta sobre 10 puntos y de acuerdo con la escala establecida en el RD 1125/2003.

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

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	GRUPOS	INICIO	FIN
Bloque 1. Introducción a la Ingeniería Térmica.	Teoría	2	1	Semana 1	
	Seminario	--	2		
Bloque 2. Mecanismo de transmisión de calor por conducción.	Teoría	9	1	Semana 2	Semana 5
	Seminario	5	2		
Bloque 3. Mecanismo de transmisión de calor por convección.	Teoría	8	1	Semana 5	Semana 8
	Seminario	5	2		
Bloque 4. Equipos de transmisión de calor.	Teoría	10	1	Semana 8	Semana 12
	Seminario	6	2		
Bloque 5. Mecanismo de transmisión de calor por radiación.	Teoría	10	1	Semana 12	Semana 15
	Seminario	5	2		
	LABORATORIO	12,5	2	Semana 6	Semana 7
		12,5	2	Semana 12	Semana 13
	Tutorías*	4	4		

* La programación de las tutorías depende de la planificación global de todas las asignaturas del curso.



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
Teoría	CG1-MII1;CG1-MII7 CE7-T12; CE7-T13; CE7-T14; CT2-III; CT10-III	Exposición de conceptos teóricos necesarios para resolver los casos prácticos	Toma de apuntes. Manejo del ordenador	Preguntas de examen sobre los contenidos expuestos en las clases teóricas	39	63,5	102,5	70
Seminarios	CG1-MII1; CG1-MII7 CE7-T12; CE7-T13 ; CE7-T14; CT2-III; CT3-III; CT5-II2; CT6-III; CT9-III; CT11-III; CT13-III	Resolución de ejemplos de casos prácticos y asesoramiento a los alumnos en los casos prácticos asignados	Toma de apuntes, manejo del ordenador. Aplicación de los conocimientos adquiridos en las clases teóricas	Calificación de los casos prácticos asignados, y preguntas de examen sobre la resolución de casos prácticos	21	36,5	57,5	10
Tutorías	CG1-MII1; CG1-MII7 CE7-T12; CE7-T13 CE7-T14; CT2-III; CT3-III; CT5-II2; CT6-III; CT7-III; CT9-III; CT11-III, CT13-III	Supervisión del progreso de los alumnos	Preparación de las preguntas para el profesor, asimilación y aplicación de las explicaciones recibidas	Valoración de la participación e interés de los alumnos	4	6	10	
Laboratorio	CG1-MII1; CG1-MII7 CE7-T12; CE7-T15 CT2-III;CT3-III; CT5-III; CT5-II2; CT6-III; CT7-III CT9-III; CT13-III	Supervisión del buen manejo de los equipos de laboratorio	Realización de los experimentos, toma de datos y discusión de los resultados obtenidos	Valoración de la memoria de laboratorio y cuestiones planteados durante el transcurso de la práctica	25	17,5	42,5	20
Exámenes	CG1-MII1; CG1-MII7 CE7-T12; CE7-T13 CE7-T14 ; CT2-III; CT10-III	Propuesta, vigilancia y corrección del examen. Calificación del alumno	Estudio y realización del examen	Nota del examen	6	6,5	12,5	--

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 test 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 videos 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.

- **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), hoja de firmas habilitada en el CV a modo de cuestionario, análisis de descargas efectuadas por los alumnos en el CV, etc.

IX.- EVALUACIÓN

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

ESCENARIO 3. TOTALMENTE VIRTUAL

VII.- METODOLOGÍA

- **Clases de teoría virtual** consistirán, en sesiones síncronas que se grabarán apoyadas en presentaciones PowerPoint narradas (con audio y/o chat) en las que se expondrá de forma ordenada el temario correspondiente con ayuda de material audiovisual, videos, enlaces a páginas web.
- **Seminarios virtuales** consistirán en el planteamiento y resolución de problemas, en sesiones síncronas que se grabarán apoyadas en presentaciones PowerPoint narradas (con audio y/o chat). Los problemas serán propuestos previamente al estudiante, y su resolución se ampliará con cuestiones complementarias apoyadas en hojas Excel.
- En las **Tutorías virtuales** se realizará el seguimiento de la resolución de problemas individualizados constatando la supervisión del progreso de los estudiantes en su trabajo personalizado, así como en la resolución de las dudas planteadas y/o la realización de pruebas de respuesta múltiple.
- Se utilizará el Campus Virtual de la UCM como instrumento para poner a disposición de los estudiantes el material que se utilizará en las clases teóricas, de seminario, tutorías y laboratorios, y como medio de comunicación entre el profesor y los estudiantes. Se utilizará



Microsoft Teams, Meet o Zoom para las sesiones síncronas, que darán lugar a material disponible en el Campus Virtual.

- 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.
 - Datos experimentales proporcionados por los docentes.
 - Se realizarán sesiones síncronas con Google Meet/Microsoft Teams en la que se abordará el tratamiento y discusión de los datos experimentales proporcionados y se resolverán dudas por parte del equipo docente. Cada uno de los subgrupos deberá entregar una memoria de la práctica con la discusión de los resultados y las principales conclusiones extraídas.

X.- EVALUACIÓN

DESCRIPCIÓN DEL PROTOCOLO DE EVALUACIÓN

- **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 Microsoft 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 comenzará con un cuestionario de una pregunta para la identificación de los estudiantes, en la que deberán adjuntar su DNI escaneado, así como un documento firmado de aceptación de las condiciones del examen que estará disponible en el Campus Virtual. La duración será de 30 minutos y se realizará previamente a la hora de inicio del examen.

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

El seguimiento de estudiantes durante la prueba se podrá efectuar tanto de forma sincrónica mediante conexión abierta de Microsoft 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:**

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 Microsoft 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 serán grabadas.

- **Mecanismo empleado para la 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.