



Guía Docente y Adenda

MECÁNICA DE FLUIDOS



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
CURSO 2019-2020



I.- IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA ASIGNATURA: Mecánica de Fluidos
NÚMERO DE CRÉDITOS: 9
CARÁCTER: Obligatoria
MATERIA: Bases de la Ingeniería
MÓDULO: Ingeniería Industrial
TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Química
SEMESTRE/CUATRIMESTRE: Segundo (segundo curso)
DEPARTAMENTO/S: Ingeniería Química y de Materiales

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Coordinadora de la asignatura	Profesora: ARACELI RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA-149 e-mail: arodri@quim.ucm.es
Coordinador de prácticas	Profesor: JUAN GARCÍA RODRÍGUEZ Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA-150 e-mail: jgarciar@ucm.es

Grupo A

Teoría Seminario Tutoría	Profesor: JOSÉ Mª GÓMEZ MARTÍN Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA-152 e-mail: segojmgm@quim.ucm.es
	Profesora: ARACELI RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA-149 e-mail: arodri@quim.ucm.es
	Profesor: EDUARDO DÍEZ ALCÁNTARA Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QP-110 e-mail: ediezalc@quim.ucm.es

Grupo B

Teoría Seminario Tutoría	Profesor: JUAN GARCÍA RODRÍGUEZ Departamento: Ingeniería Química y de Materiales Despacho: QA-150 e-mail: jgarciar@ucm.es
---	---



Profesora: Departamento: Despacho: e-mail:	SILVIA ÁLVAREZ TORRELLAS Ingeniería Química y de Materiales QA-143 satorrellas@ucm.es
Profesor: Departamento: Despacho: e-mail:	MARCOS LARRIBA MARTÍNEZ Ingeniería Química y de Materiales QP-B07 marcoslarriba@ucm.es

II.- OBJETIVOS

■ OBJETIVO GENERAL

Estudio del flujo compresible e incompresible de fluidos y de las operaciones unitarias en dicho flujo de fluidos.

■ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los diferentes tipos de fluidos y flujo de fluidos.
- Clasificar reológicamente un fluido.
- Deducir, describir y entender el significado físico de las ecuaciones macroscópicas de conservación de materia total, de energía total, interna y mecánica, y de cantidad de movimiento.
- Calcular las pérdidas de energía por rozamiento en los diferentes tipos de fluidos.
- Determinar las pérdidas menores en un sistema de flujo de fluidos.
- Establecer la potencia necesaria para el flujo de un fluido en una instalación.
- Resolver sistemas complejos de flujo de fluidos, redes, mediante el método iterativo de Hardy-Cross.
- Conocer y comprender los distintos tipos de flujo en canales abiertos.
- Calcular los parámetros característicos del flujo uniforme en canales abiertos.
- Aplicar las ecuaciones de conservación macroscópicas a flujo compresible.
- Comprender la relación entre velocidad, presión y sección en flujo isentrópico y en flujo isoterma.
- Determinar la presión de diseño en toberas convergente y ampliada.
- Calcular el trabajo de compresión realizado por un compresor.
- Analizar los conceptos de presión en un fluido y la forma de medirla.
- Conocer los diferentes tipos de instrumentos usados para medir el flujo de un fluido.
- Conocer los diferentes tipos de bombas y criterios de selección.
- Conocer y calcular los parámetros característicos de una bomba centrífuga, así como su punto de operación.
- Comprender el concepto de capa límite.
- Analizar el flujo externo alrededor de cuerpos sumergidos.
- Analizar y cuantificar el flujo a través de lechos de partículas.
- Conocer las particularidades del flujo de fluidos en dispositivos de intercambio de calor.



- Conocer los distintos tipos de filtros.
- Diseñar filtros discontinuos y continuos.
- Distinguir los distintos tipos de sedimentación.
- Dimensionar sedimentadores y centrífugas.
- Conocer los elementos implicados en agitación y mezcla de fluidos.
- Calcular la potencia necesaria para la agitación de un determinado sistema.

III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

■ CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Cálculo numérico y ecuaciones diferenciales.

■ RECOMENDACIONES:

Se recomienda haber cursado la asignatura “*Fundamentos de Ingeniería Química*” de primer curso.

IV.- CONTENIDOS

■ BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

Propiedades de los fluidos. Cinemática y dinámica de fluidos. Flujo de fluidos compresibles e incompresibles por conducciones. Flujo en canales abiertos. Máquinas hidráulicas: bombas y compresores. Circulación por lechos porosos. Fluidización. Filtración. Movimiento relativo partícula-fluido. Sedimentación. Centrifugación. Agitación de fluidos. Experimentación en instalaciones de flujo de fluidos.

■ PROGRAMA:

Tema 1: Introducción

Introducción. Fluidos y flujo de fluidos: definición y tipos. Dinámica y cinemática de fluidos. Clasificación reológica de los fluidos. Equipos para el flujo de fluidos (conducciones, accesorios y válvulas).

Tema 2: Ecuaciones macroscópicas de conservación

Ecuaciones macroscópicas de conservación aplicadas al flujo interno de fluidos. Materia total o de continuidad. Energía total, interna y mecánica.

Tema 3: Rozamiento sólido-fluido

Rozamiento entre sólidos y fluidos. Cálculo de las pérdidas de energía por rozamiento en flujo interno de fluidos newtonianos y no newtonianos: factores de rozamiento. Pérdidas menores.

Tema 4: Flujo interno incompresible

Flujo incompresible. Cálculo de la potencia necesaria para el flujo. Ejemplos. Máquinas hidráulicas: Bombas.

Tema 5: Sistemas complejos en flujo interno



Sistemas complejos. Análisis de redes de flujo. Flujo en canales abiertos y en conducciones parcialmente llenas.

Tema 6: Flujo interno compresible

Flujo compresible. Flujo isoterma y adiabático de gases ideales. Introducción al diseño de toberas y difusores. Flujo de gases reales. Trabajo de compresión. Compresión escalonada. Máquinas hidráulicas: Compresores.

Tema 7: Instrumentación en flujo de fluidos

Instrumentación en flujo de fluidos: medidores de presión, velocidad y caudal.

Tema 8: Introducción al flujo externo

Flujo externo: concepto de capa límite. Flujo alrededor de cuerpos sumergidos: placas planas, cuerpos cilíndricos y redondeados.

Tema 9: Flujo externo a través de lechos de partículas.

Lecho fijo y lecho fluidizado.

Tema 10: Flujo bifásico líquido-gas.

Patrones de flujo. Mapas de flujo. Modelos de flujo.

Tema 11: Filtración

Filtración discontinua a presión y a caudal constantes. Filtración continua. Tortas compresibles e incompresibles. Aspectos prácticos de la filtración.

Tema 12: Sedimentación

Sedimentación de partículas en campo gravitatorio y centrífugo. Sedimentación libre e impedida. Dimensionado de equipos de sedimentación.

Tema 13: Agitación

Agitación y mezcla de fluidos. Equipo. Cálculo de la potencia necesaria.

V.- COMPETENCIAS

■ **GENERALES:**

- **CG1-MII2:** Utilizar los principios básicos de la mecánica de fluidos.

■ **ESPECÍFICAS:**

- **CE8-B1:** Describir las propiedades de los fluidos.
- **CE8-B2:** Aplicar los principios del flujo de fluidos (cinemática y dinámica) al diseño de sistemas de transporte de líquidos y gases.
- **CE8-B3:** Dimensionar y seleccionar los equipos y accesorios implicados en el flujo de líquidos y gases.
- **CE8-B4:** Dimensionar lechos fijos y fluidizados, equipos de sedimentación, filtración, centrifugación y agitación.

■ **TRANSVERSALES:**



- **CT2-III1:** Demostrar capacidad de análisis y síntesis en la Ingeniería Industrial.
- **CT5-III1:** Consultar, utilizar y analizar fuentes bibliográficas.
- **CT5-II2:** Usar bibliografía y bases de datos especializadas de recursos accesibles a través de Internet.
- **CT7-III1:** Trabajar en equipo.
- **CT10-III1:** Integrar los conocimientos adquiridos y aplicarlos a la resolución de problemas en la Ingeniería Industrial.
- **CT11-III1:** Aprender de forma autónoma.
- **CT13-III1:** Demostrar iniciativa y creatividad para resolver nuevas situaciones.

VI. – HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD

Actividad	Presencial (horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
Clases teóricas	45	65	4,4
Seminarios	15	22,5	1,5
Tutorías/Trabajos dirigidos	4	6	0,4
Laboratorios	30	22,5	2,1
Preparación de trabajos y exámenes	6	9	0,6
Total	100	125	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, trabajos individuales o en grupo, tutorías dirigidas y prácticas de laboratorio.

Las **clases teóricas** consistirán, de forma prioritaria, en lecciones magistrales en las que se expondrá de forma ordenada el temario completo de la asignatura con ayuda de material audiovisual.

Los **seminarios** consistirán en el planteamiento y resolución de problemas, propuestos previamente al estudiante, que impliquen la aplicación de los conocimientos teóricos, así como el desarrollo de algunos temas de carácter complementario y eminentemente prácticos.

Las **tutorías**, que se desarrollarán en dos grupos, consistirán en la dirección y supervisión del progreso de los estudiantes en su **trabajo personalizado**, así como en la resolución de las dudas planteadas y la realización de pruebas de respuesta múltiple.

Las **prácticas de laboratorio** consistirán en la toma de datos experimentales y el cálculo de los diferentes parámetros implicados en el desarrollo de la práctica. La discusión crítica y el



análisis de los resultados obtenidos en cada práctica constituirán la parte fundamental de las memorias técnicas a entregar en cada caso.

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.

VIII.- BIBLIOGRAFÍA

■ BÁSICA:

- Franzini, J .B.; Finnemore, E.J.: “*Mecánica de fluidos con aplicaciones en Ingeniería*”, 9ª ed., McGraw-Hill, 1999.
- Munson, B.R.; Young, D.F.; Okiishi, T.H.: “*Fundamentals of Fluid Mechanics*”, John Wiley & Sons Inc, 1990.

■ COMPLEMENTARIA:

- Costa, E. y col., “*Ingeniería Química. Vol.3. Flujo de Fluidos*”, Alhambra, 1985.
- Streeter, V. L.; Wylie E. Benjamin/Bedford; Keith W.: “*Mecánica de fluidos*”, 9ª ed., McGraw Hill, Santafé de Bogotá., 1999.
- Wilkes, J.O.: “*Fluid Mechanics for Chemical Engineers*”, Prentice Hall, 1999.
- Holland, F.A.; Bragg, R.: “*Fluid Flow for Chemical Engineers*”, 2ª ed., Butterworth-Heinemann, 1995.
- Mott, R.L.: “*Applied Fluid Mechanics*”, 6ª ed., Pearson-Prentice Hall, 2005.
- Daugherty, R.L. y col.: “*Fluid Mechanics with Engineering Applications*”, McGraw-Hill, New York, 1985.
- McCabe, W.L.; Smith, J.C.; Harriot, P.: “*Operaciones Básicas de la Ingeniería Química*”, McGraw-Hill, 1991.
- White, F.M.: “*Mecánica de Fluidos*”, 6ª ed., McGraw-Hill, 2008

IX.- EVALUACIÓN

Para la evaluación final es obligatoria la participación en las diferentes actividades propuestas. Es obligatorio asistir a todas las tutorías dirigidas así como a todas las sesiones de laboratorio. Para poder acceder a la evaluación final será necesario que el alumno haya participado al menos en el 70% de las actividades presenciales de aula.

El rendimiento académico del alumno y la calificación final de la asignatura se computarán, de forma ponderada, atendiendo a los porcentajes que se muestran en cada uno de los aspectos recogidos a continuación.

■ EXÁMENES ESCRITOS

70%

La evaluación de las competencias adquiridas en la asignatura (CG1-MII1, CE8-B1, CE8-B2, CE8-B3, CE8-B4, CT2-III1, CT10-III1) se llevará a cabo mediante la realización de dos exámenes escritos en convocatoria ordinaria de junio y extraordinaria de julio, de



carácter principalmente práctico, que representarán el 70% de la evaluación global. Será necesario obtener una puntuación mínima de 5,0 puntos sobre 10 en el examen final para acceder a la calificación global de la asignatura

■ **TRABAJO PERSONAL Y ACTIVIDADES DIRIGIDAS (TRABAJOS) 15%**

Se propondrá un conjunto de problemas modelo de cada una de las partes de la asignatura para que el alumno desarrolle un trabajo personalizado, cuya evolución se contrastará en las tutorías dirigidas. Asimismo, se llevarán a cabo pruebas formativas de carácter teórico-práctico para una evaluación continuada, discutiéndose los resultados para mejorar el aprendizaje del estudiante (feedback). La evaluación permitirá conocer el grado de consecución de las competencias CG1-MII2, CE8-B2, CE8-B3, CE8-B4, CT2-II1, CT5-II1, CT5-II2, CT10-II1, CT11-II1, CT13-II1. Todo esto representará el 10% de la evaluación global. Para la convocatoria extraordinaria se mantendrá la calificación del trabajo personal y actividades dirigidas

■ **PRÁCTICAS DE LABORATORIO 15%**

La asistencia a todas las sesiones de laboratorio es **obligatoria**. Una única falta sin justificar implicará un SUSPENSO en la asignatura. 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 de la memoria técnica sobre las prácticas realizada y presentada por cada alumno. La evaluación permitirá conocer el grado de consecución de las competencias CG1-MII2, CE-B3, CE-B4, CT2-II1, CT5-II1, CT5-II2, CT7-II1, CT10-II1, CT11-II1 y CT13-II1. En la convocatoria extraordinaria, se realizará un examen de prácticas del laboratorio para aquellos alumnos que no hubieran superado este apartado en la convocatoria ordinaria.

Las calificaciones de las actividades previstas para la evaluación de la asignatura (pruebas intermedias, 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
1. Introducción	Teoría	2	1	1ª Semana	1ª Semana
	Seminario	1	2	1ª Semana	
2. Ecuaciones macroscópicas de conservación	Teoría	3	1	1ª Semana	2ª Semana
	Seminario	1	2	2ª Semana	
3. Rozamiento sólido-fluido	Teoría	3	1	2ª Semana	3ª Semana
	Seminario	1	2	3ª Semana	
4. Flujo interno incompresible	Teoría	6	1	3ª Semana	5ª Semana
	Seminario	2	2	4ª Semana	5ª Semana
5. Sistemas complejos en flujo interno	Teoría	4	1	5ª Semana	6ª Semana
	Seminario	2	2	6ª Semana	7ª Semana
6. Flujo interno compresible	Teoría	6	1	7ª Semana	8ª Semana
	Seminario	3	2	8ª Semana	10ª Semana
7. Instrumentación en flujo de fluidos	Teoría	2	1	9ª Semana	9ª Semana
8. Introducción al flujo externo	Teoría	3	1	9ª Semana	10ª Semana
9. Flujo externo a través de lechos de partículas	Teoría	3	1	10ª Semana	11ª Semana
	Seminario	1	2	11ª Semana	
10. Flujo bifásico líquido-gas	Teoría	3	1	11ª Semana	12ª Semana
	Seminario	1	2	12ª Semana	
11. Filtración	Teoría	3	1	12ª Semana	13ª Semana
	Seminario	1	2	13ª Semana	
12. Sedimentación	Teoría	3	1	13ª Semana	14ª Semana
	Seminario	1	2	14ª Semana	
13. Agitación	Teoría	4	1	14ª Semana	15ª Semana
	Seminario	1	2	15ª Semana	
TUTORIAS	Tutoría*	4	4	Semanas 5, 8, 10 y 13	
LABORATORIOS	Prácticas	30	2	3ª Semana	7ª Semana

* Las tutorías programadas y las sesiones de laboratorio están sujetas a posibles modificaciones según la planificación conjunta del curso.



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad Profesor	Actividad alumno	Procedimiento de evaluación	P	NP	Total	C
Teoría	CG1-MII2, CE-B1, CE-B2	Exposición verbal de las líneas maestras de cada tema del programa.	Atención y participación activa en el desarrollo de la clase.	Exámenes escritos.	45	65	110	---
Seminarios	CG1-MII2, CE-B2, CE-B3, CE-B4, CT2-II1, CT5-II1, CT5-II2, CT10-II1	Planteamiento y resolución de cuestiones y problemas de carácter numérico.	Discusión y resolución de las cuestiones y problemas propuestos.	Exámenes escritos y participación del estudiante en la resolución de las cuestiones y problemas propuestos.	15	22,5	37,5	15%
Tutorías/Trabajos dirigidos	CG1-MII2, CT2-II1, CT5-II1, CT5-II2, CT10-II1, CT11-II1, CT13-II1	Supervisión del progreso de los estudiantes en su trabajo personal.	Desarrollo de su trabajo personal.	Valoración del trabajo realizado por el estudiante en el desarrollo del trabajo personal propuesto.	4	6	10	
Prácticas de laboratorio	CG1-MII2, CE-B3, CE-B4, CT2-II1, CT5-II1, CT5-II2, CT7-II1, CT10-II1, CT11-II1, CT13-II1	Explicación y supervisión del desarrollo de la práctica.	Aprender los contenidos necesarios para comprender y realizar la parte experimental. Toma, análisis y discusión de los datos experimentales para calcular los distintos parámetros. Preparación de la memoria técnica del desarrollo de la práctica.	Valoración del trabajo del estudiante durante el desarrollo de la práctica y de la memoria técnica.	30	22,5	52,5	15%
Exámenes	CG1-MII2, CE-B1, CE-B2, CE-B3, CE-B4, CT2-II1, CT10-II1	Diseño y corrección del examen. Calificación del alumno.	Realización del examen.	Examen.	6	9	15	70%

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



ADENDA PROVISIONAL A LA GUÍA DOCENTE CON LAS MODIFICACIONES REALIZADAS PARA LA FINALIZACIÓN DEL CURSO ACADÉMICO 2019/20 ANTE LA SITUACIÓN EXCEPCIONAL PROVOCADA POR EL COVID-19.

SEGUNDA REVISIÓN

Adaptación de la asignatura a la docencia NO PRESENCIAL				
I. PROFESOR/ES RESPONSABLE/S	NO HAY MODIFICACIONES			
IV. PROGRAMA	NO HAY MODIFICACIONES			
V. COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE	<p>La adquisición de las Competencias Generales, Específicas y Transversales queda asegurada con las modificaciones que se recogen en esta adenda.</p> <p>Los Resultados del Aprendizaje quedan asegurados con las modificaciones que se recogen en esta adenda.</p>			
VI. HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD	Actividad	(horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
	Clases teóricas	45	65	4,4
	Presenciales:	23		
	Virtuales:	22		
Seminarios	15	22,5	1,7	
Presenciales:	7			
Virtuales:	8			



	Tutorías / Trabajos dirigidos	4	6	0,4
	Presenciales:	2		
	Virtuales:	2		
	Preparación de trabajos y exámenes	6	9	0,6
	Prácticas de laboratorio (sin modificaciones)	30	22,5	2,1
VII. METODOLOGÍA	<p>Las clases teóricas programadas en el período de suspensión de actividades docentes presenciales 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.</p> <p>Los seminarios 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.</p> <p>Dos de las 4 tutorías, que se desarrollarán en sendas sesiones síncronas, en las que se realizará el seguimiento de la resolución de problemas individualizado 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.</p> <p>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 Collaborate, Meet o Zoom para las sesiones síncronas, que darán lugar a material disponible en el Campus Virtual.</p> <p>La práctica docente seguirá una metodología mixta basada en el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje colaborativo y el autoaprendizaje y el aula inversa</p>			
VIII. BIBLIOGRAFÍA	NO HAY MODIFICACIONES			



IX. EVALUACIÓN

- Exámenes: se realizarán dos exámenes finales, uno en la convocatoria ordinaria y otro en la convocatoria extraordinaria.
El examen de la convocatoria ordinaria se llevará a cabo de manera virtual de acuerdo a las siguientes pautas:
Tipo de examen: El examen constará de dos partes claramente diferenciadas , una relativa a preguntas teórico-prácticas y otra relativa a problemas con desarrollo. La parte relativa a las preguntas teorico-prácticas de aproximadamente 1 hora de duración se desarrollará mediante un examen tipo test con la herramienta cuestionario en la plataforma Moodle, con preguntas de opción múltiple que podrá estar dividida en varios bloques o partes por cuestiones técnicas. La parte relativa a problemas con desarrollo, de aproximadamente 2 h de duración se desarrollará mediante un examen tipo desarrollo a través de la herramienta cuestionario de Moodle, con preguntas tipo ensayo
Identificación de estudiantes: El tipo de identificación para los estudiantes en el examen será avanzado, utilizando webcam o teléfono móvil, iniciándose una videoconferencia con cada uno de los estudiantes durante el examen para que muestren un documento identificativo válido o bien con el envío de una foto o pequeño vídeo en el que el estudiante aparezca junto con el enunciado del examen en la pantalla al principio de la prueba o junto con el examen completo al finalizar. Para la videoconferencia se utilizará una sesión de Collaborate o de Google Mee. Si la identificación se realizara mediante el envío de un vídeo se utilizará el Campus Virtual
Seguimiento de estudiantes durante la prueba: El nivel de seguimiento será básico/avanzado, detectando comportamientos extraños en cuanto al uso del Campus Virtual, tras analizar los registros de acceso al campus de cada usuario particular (accesos desde distintos equipos, páginas visitadas). Este mecanismo simple asíncrono no invasivo puede complementarse con hacer un muestreo aleatorio de estudiantes y pedir a un subconjunto de ellos que, o bien mediante videoconferencia o vídeo grabado, expliquen detalles de la prueba enviada. No obstante, se usará el vídeo para poder ver el área de trabajo del estudiante durante la prueba, en síncrono,



utilizando Google Meet.

La revisión del examen será síncrona previa solicitud de los estudiantes para asignar los espacios de tiempo y se llevará a cabo en la plataforma CV-Moodle mediante la herramienta Collaborate. El estudiante deberá detallar en la solicitud los documentos cuya calificación quiera revisar (teoría y/o problema; número de problema) a fin de organizar la documentación para la sesión de revisión.

Las reclamaciones debidas a problemas técnicos serán identificadas y notificadas previamente a la publicación de las notas, para que no interfieran con el proceso de revisión de calificaciones propiamente dicho.

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 serán almacenadas en los servidores de la UCM con las medidas de seguridad adecuadas, nunca en dispositivos privados.

- Trabajo personal: la evaluación del trabajo personal de los estudiantes se realizará mediante problemas individualizados y/o cuestionarios de elección múltiple.



GRUPO A

CONVOCATORIA						
EVALUACIÓN	ORDINARIA			EXTRAORDINARIA		
	Exámenes/ Controles	Presencial/ Virtual P/V	Fecha	Exámenes/ Controles	Presencial/ Virtual P/V	Fecha
DOCENCIA TEÓRICA Y SEMINARIOS	1ª Tutoría	P	12/02/2020 14/02/2020			
	2ª Tutoría	P	26/02/2020 28/02/2020			
	3ª Tutoría	V	25/03/2020			
	4ª Tutoría	V	24/04/2020			
	Examen final	P	02/07/2020	Examen Final	P	01/09/2020
	DOCENCIA LABORATORIOS	Informes Laboratorio	P	17/02 – 16/03 2020		
TRABAJO PERSONAL	Problemas entregadosí	P/V				



GRUPO B

CONVOCATORIA						
EVALUACIÓN	ORDINARIA			EXTRAORDINARIA		
	Exámenes/ Controles	Presencial/ Virtual P/V	Fecha	Exámenes/ Controles	Presencial/ Virtual P/V	Fecha
DOCENCIA TEÓRICA Y SEMINARIOS	1ª Tutoría	P	12/02/2020 13/02/2020			
	2ª Tutoría	P	26/02/2020 27/02/2020			
	3ª Tutoría	V	25/03/2020			
	4ª Tutoría	V	22/04/2020			
	Examen final	V	02/07/2020	Examen Final	P	01/09/2020
	DOCENCIA LABORATORIOS	Informes Laboratorio	P	16/02 – 15/03 2020		
TRABAJO PERSONAL	Problemas entregados	P/V				



ADAPTACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA (30 DE MARZO-29 DE MAYO)

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	INICIO	FIN
5. Sistemas complejos en flujo interno. Problemas	Seminario	2	1ª Semana	1ª Semana
6. Flujo interno compresible	Seminario	4	2ª Semana	3ª Semana
7. Instrumentación en flujo de fluidos	Teoría	3	3ª Semana	3ª Semana
	Seminario	1	3ª Semana	3ª Semana
8. Introducción al flujo externo	Teoría	4	4ª Semana	4ª Semana
9. Flujo externo a través de lechos de partículas	Teoría	3	5ª semana	5ª semana
	Seminario	1	5ª semana	5ª semana
10. Flujo bifásico líquido-gas	Teoría	3	6ª semana	6ª semana
11. Filtración	Teoría	3	7ª semana	8ª semana
	Seminario	1	8ª semana	
12. Sedimentación	Teoría	3	9ª semana	10ª semana
	Seminario	1	10ª semana	
13. Agitación	Teoría	4	10ª semana	11ª semana
	Seminario	1	11ª semana	
TUTORIAS	Tutoría*	2	Semanas 3 y 6	

Horarios de los seminarios y las tutorías
(Semanas del 11 de marzo al 29 de mayo)

Grupo	Horario	Aula
*Unico	11:30-12:30 (25/03/2020)	Tutoria docencia online
*Unico	11:30-12:30 (22/04/2020)	Tutoria docencia online



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES (en horas)

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad profesor	Actividad estudiante	Procedimiento de evaluación	P/V	NP	Total	C
Teoría	No hay modificaciones	Tema 7-13: Exposición sincrónica de los contenidos de cada tema, mediante herramientas MEET, COLLABORATE. Elaboración de material docente para su distribución asincrónica: grabaciones clase, apuntes, videos.	Seguimiento de los contenidos y participación activa en las clases virtuales	Evaluación continua y exámenes escritos	23/22	65	110	
Seminarios	No hay modificaciones	Temas 5-13: Resolución de problemas y cuestiones mediante herramientas MEET, COLLABORATE Elaboración de material docente para su distribución asincrónica: grabaciones clase, apuntes, videos. Planteamiento de resoluciones derivadas	Discusión y resolución de las cuestiones y problemas propuestos.	Exámenes escritos y participación del estudiante en la resolución de las cuestiones y problemas propuestos	8/7	22.5	37.5	15%
Tutorías	No hay modificaciones	Tutoría 3-4: Personalización de los trabajos personales propuestos y seguimiento del progreso de los estudiantes en su trabajo personal	Resolución y entrega de los casos planteados, y de las cuestiones complementarias	Valoración del trabajo realizado por el estudiante en el desarrollo del trabajo personal propuesto	2/2	6	10	
Prácticas de laboratorio	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	30	22,5	52,5	15%
Exámenes	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	Se realizarán dos exámenes finales presenciales, convocatoria ordinaria y extraordinaria que, en caso de ser necesario, se realizarán on-line.	6	9	15	70%

P: Presenciales; V: Virtuales (sesiones sincrónicas con el profesor); NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación

Fecha realización: 08/04/2020

Nº de revisiones: 1

Fecha última revisión: 31/05/2020



ADENDA PROVISIONAL A LA GUÍA DOCENTE CON LAS MODIFICACIONES REALIZADAS PARA LA FINALIZACIÓN DEL CURSO ACADÉMICO 2019/20 ANTE LA SITUACIÓN EXCEPCIONAL PROVOCADA POR EL COVID-19.

PRIMERA REVISIÓN

Adaptación de la asignatura a la docencia NO PRESENCIAL				
I. PROFESOR/ES RESPONSABLE/S	NO HAY MODIFICACIONES			
IV. PROGRAMA	NO HAY MODIFICACIONES			
V. COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE	<p>La adquisición de las Competencias Generales, Específicas y Transversales queda asegurada con las modificaciones que se recogen en esta adenda.</p> <p>Los Resultados del Aprendizaje quedan asegurados con las modificaciones que se recogen en esta adenda.</p>			
VI. HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD	Actividad	(horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
	Clases teóricas	45	65	4,4
	Presenciales:	23		
	Virtuales:	22		
	Seminarios	15	22,5	1,7
Presenciales:	7			
Virtuales:	8			



	Tutorías / Trabajos dirigidos	4	6	0,4
	Presenciales:	2		
	Virtuales:	2		
	Preparación de trabajos y exámenes	6	9	0,6
	Prácticas de laboratorio (sin modificaciones)	30	22,5	2,1
VII. METODOLOGÍA	<p>Las clases teóricas programadas en el período de suspensión de actividades docentes presenciales 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.</p> <p>Los seminarios 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.</p> <p>Dos de las 4 tutorías, que se desarrollarán en sendas sesiones síncronas, en las que se realizará el seguimiento de la resolución de problemas individualizado 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.</p> <p>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 Collaborate, Meet o Zoom para las sesiones síncronas, que darán lugar a material disponible en el Campus Virtual.</p> <p>La práctica docente seguirá una metodología mixta basada en el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje colaborativo y el autoaprendizaje y el aula inversa</p>			
VIII. BIBLIOGRAFÍA	NO HAY MODIFICACIONES			



IX. EVALUACIÓN

- Exámenes: se realizarán dos exámenes finales presenciales, uno en la convocatoria ordinaria y otro en la convocatoria extraordinaria. En caso de ser necesario, los exámenes finales de la convocatoria ordinaria y extraordinaria se realizarán on-line.
- Trabajo personal: la evaluación del trabajo personal de los estudiantes se realizará mediante problemas individualizados y/o cuestionarios de elección múltiple.

GRUPO A

CONVOCATORIA

EVALUACIÓN	ORDINARIA			EXTRAORDINARIA		
	Exámenes/ Controles	Presencial/ Virtual P/V	Fecha	Exámenes/ Controles	Presencial/ Virtual P/V	Fecha
DOCENCIA TEÓRICA Y SEMINARIOS	1ª Tutoría	P	12/02/2020 14/02/2020			
	2ª Tutoría	P	26/02/2020 28/02/2020			
	3ª Tutoría	V	25/03/2020			
	4ª Tutoría	V	24/04/2020			
	Examen final	P	02/07/2020	Examen Final	P	01/09/2020
	DOCENCIA LABORATORIOS	Informes Laboratorio	P	17/02 – 16/03 2020		
TRABAJO PERSONAL	Problemas entregadosí	P/V				



GRUPO B

CONVOCATORIA						
EVALUACIÓN	ORDINARIA			EXTRAORDINARIA		
	Exámenes/ Controles	Presencial/ Virtual P/V	Fecha	Exámenes/ Controles	Presencial/ Virtual P/V	Fecha
DOCENCIA TEÓRICA Y SEMINARIOS	1ª Tutoría	P	12/02/2020 13/02/2020			
	2ª Tutoría	P	26/02/2020 27/02/2020			
	3ª Tutoría	V	25/03/2020			
	4ª Tutoría	V	22/04/2020			
	Examen final	P	02/07/2020	Examen Final	P	01/09/2020
	DOCENCIA LABORATORIOS	Informes Laboratorio	P	16/02 – 15/03 2020		
TRABAJO PERSONAL	Problemas entregados	P/V				



ADAPTACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA (30 DE MARZO-29 DE MAYO)

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	INICIO	FIN
5. Sistemas complejos en flujo interno. Problemas	Seminario	2	1ª Semana	1ª Semana
6. Flujo interno compresible	Seminario	4	2ª Semana	3ª Semana
7. Instrumentación en flujo de fluidos	Teoría	3	3ª Semana	3ª Semana
	Seminario	1	3ª Semana	3ª Semana
8. Introducción al flujo externo	Teoría	4	4ª Semana	4ª Semana
9. Flujo externo a través de lechos de partículas	Teoría	3	5ª semana	5ª semana
	Seminario	1	5ª semana	5ª semana
10. Flujo bifásico líquido-gas	Teoría	3	6ª semana	6ª semana
11. Filtración	Teoría	3	7ª semana	8ª semana
	Seminario	1	8ª semana	
12. Sedimentación	Teoría	3	9ª semana	10ª semana
	Seminario	1	10ª semana	
13. Agitación	Teoría	4	10ª semana	11ª semana
	Seminario	1	11ª semana	
TUTORIAS	Tutoría*	2	Semanas 3 y 6	

Horarios de los seminarios y las tutorías
(Semanas del 11 de marzo al 29 de mayo)

Grupo	Horario	Aula
*Unico	11:30-12:30 (25/03/2020)	Tutoria docencia online
*Unico	11:30-12:30 (22/04/2020)	Tutoria docencia online



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES (en horas)

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad profesor	Actividad estudiante	Procedimiento de evaluación	P/V	NP	Total	C
Teoría	No hay modificaciones	Tema 7-13: Exposición sincrónica de los contenidos de cada tema, mediante herramientas MEET, COLLABORATE. Elaboración de material docente para su distribución asincrónica: grabaciones clase, apuntes, videos.	Seguimiento de los contenidos y participación activa en las clases virtuales	Evaluación continua y exámenes escritos	23/22	65	110	
Seminarios	No hay modificaciones	Temas 5-13: Resolución de problemas y cuestiones mediante herramientas MEET, COLLABORATE Elaboración de material docente para su distribución asincrónica: grabaciones clase, apuntes, videos. Planteamiento de resoluciones derivadas	Discusión y resolución de las cuestiones y problemas propuestos.	Exámenes escritos y participación del estudiante en la resolución de las cuestiones y problemas propuestos	8/7	22.5	37.5	15%
Tutorías	No hay modificaciones	Tutoría 3-4: Personalización de los trabajos personales propuestos y seguimiento del progreso de los estudiantes en su trabajo personal	Resolución y entrega de los casos planteados, y de las cuestiones complementarias	Valoración del trabajo realizado por el estudiante en el desarrollo del trabajo personal propuesto	2/2	6	10	
Prácticas de laboratorio	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	30	22,5	52,5	15%
Exámenes	No hay modificaciones	No hay modificaciones	No hay modificaciones	Se realizarán dos exámenes finales presenciales, convocatoria ordinaria y extraordinaria que, en caso de ser necesario, se realizarán on-line.	6	9	15	70%

P: Presenciales; V: Virtuales (sesiones sincrónicas con el profesor); NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación

Fecha realización: 08/04/2020

Nº de revisiones: 1

Fecha última revisión: 6/05/2020



ADENDA PROVISIONAL A LA GUÍA DOCENTE CON LAS MODIFICACIONES REALIZADAS PARA LA FINALIZACIÓN DEL CURSO ACADÉMICO 2019/20 ANTE LA SITUACIÓN EXCEPCIONAL PROVOCADA POR EL COVID-19.

Adaptación de la asignatura a la docencia NO PRESENCIAL				
I. PROFESOR/ES RESPONSABLE/S	NO HAY MODIFICACIONES			
IV. PROGRAMA	NO HAY MODIFICACIONES			
V. COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE	<p>La adquisición de las Competencias Generales, Específicas y Transversales queda asegurada con las modificaciones que se recogen en esta adenda.</p> <p>Los Resultados del Aprendizaje quedan asegurados con las modificaciones que se recogen en esta adenda.</p>			
VII. HORAS DE TRABAJO Y DISTRIBUCIÓN POR ACTIVIDAD	Actividad	(horas)	Trabajo autónomo (horas)	Créditos
	Clases teóricas	45	65	4,4
	Presenciales:	23		
	Virtuales:	22		
	Seminarios	15	22,5	1,7
Presenciales:	7			
Virtuales:	8			
Tutorías / Trabajos dirigidos	4	6	0,4	
Presenciales:	2			
Virtuales:	2			



	Preparación de trabajos y exámenes	6	9	0,6
	Prácticas de laboratorio (sin modificaciones)	30	22,5	2,1
VIII. METODOLOGÍA	<p>Las clases teóricas programadas en el período de suspensión de actividades docentes presenciales 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.</p> <p>Los seminarios 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.</p> <p>Dos de las 4 tutorías, que se desarrollarán en sendas sesiones síncronas, en las se realizará el seguimiento de la resolución de problemas individualizado 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.</p> <p>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 Collaborate, Meet o Zoom para las sesiones síncronas, que darán lugar a material disponible en el Campus Virtual.</p> <p>La práctica docente seguirá una metodología mixta basada en el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje colaborativo y el autoaprendizaje y el aula inversa</p>			
IX. BIBLIOGRAFÍA	NO HAY MODIFICACIONES			
X. EVALUACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Exámenes: se realizarán dos exámenes finales presenciales, uno en la convocatoria ordinaria y otro en la convocatoria extraordinaria. Trabajo personal: la evaluación del trabajo personalizado de los estudiantes se realizará mediante problemas individualizados y/o cuestionarios de elección múltiple. 			



ADAPTACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES – CRONOGRAMA (30 DE MARZO-29 DE MAYO)

TEMA	ACTIVIDAD	HORAS	INICIO	FIN
5. Sistemas complejos en flujo interno. Problemas	Seminario	2	1ª Semana	1ª Semana
6. Flujo interno compresible	Seminario	4	2ª Semana	3ª Semana
7. Instrumentación en flujo de fluidos	Teoría	3	3ª Semana	3ª Semana
	Seminario	1	3ª Semana	3ª Semana
8. Introducción al flujo externo	Teoría	4	4ª Semana	4ª Semana
9. Flujo externo a través de lechos de partículas	Teoría	3	5ª semana	5ª semana
	Seminario	1	5ª semana	5ª semana
10. Flujo bifásico líquido-gas	Teoría	3	6ª semana	6ª semana
11. Filtración	Teoría	3	7ª semana	8ª semana
	Seminario	1	8ª semana	
12. Sedimentación	Teoría	3	9ª semana	10ª semana
	Seminario	1	10ª semana	
13. Agitación	Teoría	4	10ª semana	11ª semana
	Seminario	1	11ª semana	
TUTORIAS	Tutoría*	2	Semanas 3 y 6	

Horarios de los seminarios y las tutorías
(Semanas del 11 de marzo al 29 de mayo)

Grupo	Horario	Aula
*Unico	11:30-12:30 (25/03/2020)	Tutoria docencia online
*Unico	11:30-12:30 (22/04/2020)	Tutoria docencia online



RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES (en horas)

Actividad docente	Competencias asociadas	Actividad profesor	Actividad estudiante	Procedimiento de evaluación	P/V	NP	Total	C
Teoría	CG1-MII2, CE-B1, CE-B2	Tema 7-13: Exposición síncrona de os contenidos de cada tema, mediante herramientas MEET, COLLABORATE. Elaboración de material docente para su distribución asíncrona: grabaciones clase, apuntes, videos.	Seguimiento de los contenidos y participación activa en las clases virtuales	Evaluación continua y exámenes escritos	23/22	65	110	
Seminarios	CG1-MII2, CE-B2, CE-B3, CE-B4, CT2-II1, CT5-II1, CT5-II2, CT10-II1	Temas 5-13: Resolución de problemas y cuestiones mediante herramientas MEET, COLLABORATE Elaboración de material docente para su distribución asíncrona: grabaciones clase, apuntes, videos. Planteamiento de resoluciones derivadas	Discusión y resolución de las cuestiones y problemas propuestos.	Exámenes escritos y participación del estudiante en la resolución de las cuestiones y problemas propuestos	8/7	22.5	37.5	15%
Tutorías	CG1-MII2, CT2-II1, CT5-II1, CT5-II2, CT10-II1, CT11-II1, CT13-II1	Tutoría 3-4: Personalización de los trabajos personales propuestos y seguimiento del progreso de los estudiantes en su trabajo personal	Resolución y entrega de los casos planteados, y de las cuestiones complementarias	Valoración del trabajo realizado por el estudiante en el desarrollo del trabajo personal propuesto	2/2	6	10	
Prácticas de laboratorio	CG1-MII2, CE-B3, CE-B4, CT2-II1, CT5-II1, CT5-II2, CT7-II1, CT10-II1, CT11-II1, CT13-II1	Explicación y supervisión del desarrollo de la práctica.	Aprender los contenidos necesarios para comprender y realizar la parte experimental. Toma, análisis y discusión de los datos experimentales para calcular los distintos parámetros. Preparación de la memoria técnica del desarrollo de la práctica.	Valoración del trabajo del estudiante durante el desarrollo de la práctica y de la memoria técnica.	30	22,5	52,5	15%



Exámenes	CG1-MII2, CE-B1, CE-B2, CE-B3, CE-B4, CT2-III, CT10-III	Diseño y corrección del examen. Calificación del alumno.	Realización del examen.	Examen.	6	9	15	70%
P: Presenciales; V: Virtuales (sesiones síncronas con el profesor); NP: no presenciales (trabajo autónomo); C: calificación								

Fecha realización: 08/04/2020

Nº de revisiones:

Fecha última revisión