



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**53001370 - Operaciones Con Sólidos**

### PLAN DE ESTUDIOS

05BC - Master Universitario En Ingeniería Química

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	11

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53001370 - Operaciones con Sólidos
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05BC - Master Universitario en Ingeniería Química
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2023-24

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Francisco Ismael Diaz Moreno	206	ismael.diaz@upm.es	L - 09:00 - 10:00 Las tutorías en otro horario pueden solicitarse por correo electrónico al profesor

Emilio Jose Gonzalez Gomez (Coordinador/a)	207	ej.gonzalez@upm.es	L - 09:00 - 10:00 Las tutorías en otro horario han de solicitarse previamente por correo electrónico
---	-----	--------------------	---

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

#### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Química no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Conocimientos generales sobre simulación de procesos
- Conocimientos previos sobre mecánica de fluidos

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CE1 - Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias naturales, obtenidos mediante estudio, experiencia, y práctica, con razonamiento crítico para establecer soluciones viables económicamente a problemas técnicos.

CE3 - Conceptualizar modelos de ingeniería, aplicar métodos innovadores en la resolución de problemas y aplicaciones informáticas adecuadas, para el diseño, simulación, optimización y control de procesos y sistemas.

CG5 - Saber establecer modelos matemáticos y desarrollarlos mediante la informática apropiada, como base científica y tecnológica para el diseño de nuevos productos, procesos, sistemas y servicios, y para la optimización de otros ya desarrollados

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA20 - Conocimiento de las operaciones de aumento y reducción de tamaño de sólidos granulares

RA19 - Conocimiento de las operaciones de separación sólido-fluido y resolver problemas asociados

RA21 - Conocimiento de las operaciones de transporte y almacenamiento de sólidos granulares

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Los sólidos particulados están presentes en muchas de las operaciones unitarias que constituyen los procesos industriales y se caracterizan por poseer ciertas particularidades como su caracterización y la forma de almacenamiento o transporte, entre otras. A pesar de ello, en muchos casos, la ciencia y la tecnología de partículas no es una asignatura obligatoria en el Grado en Ingeniería química, por lo que esta asignatura de máster se convierte en un complemento formativo de interés para el Ingeniero Químico.

Esta asignatura pretende introducir al alumno en las operaciones en las que intervienen sustancias en estado sólido dentro del esquema clásico de las plantas de proceso. El objetivo principal es el estudio de las características de las sustancias sólidas, principalmente en forma granular o pulverulenta, y de las distintas operaciones de interés en Ingeniería Química. Para ello, la asignatura se divide en tres grandes bloques que abarcan: la caracterización y acondicionamiento de tamaño, las unitarias sólido-fluido y el almacenamiento y transporte.

Se trata de una asignatura con un cierto carácter práctico, donde las clases teórico-prácticas se combinan con estudios de simulación y modelización y visitas a industrias en las que se manipulen sustancias sólidas.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Caracterización y acondicionamiento de tamaño
  - 1.1. Caracterización de partículas individuales y agrupadas.
  - 1.2. Clasificación. Tamizado
  - 1.3. Variación de tamaño. Molienda y aglomeración
2. Operaciones unitarias sólido-fluido
  - 2.1. Flujo externo
  - 2.2. Sedimentación
  - 2.3. Filtración
  - 2.4. Fluidización
3. Transporte de sólidos y Almacenamiento
  - 3.1. Transporte de sólidos
  - 3.2. Almacenamiento
4. Modelización y simulación de procesos con sólidos

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Presentación de la asignatura y teoría sobre la caracterización de partículas individuales</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Teoría sobre caracterización de un conjunto de partículas (tamizado)</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Clase de problemas sobre tamizado</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Clase de teoría sobre molienda</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Clase de problemas sobre molienda</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Clase de teoría sobre flujo externo</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Clase de problemas sobre flujo externo</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Prueba de evaluación eliminatoria Nº 1</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30
6	<b>Clase teórica sobre sedimentación</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	<b>Clase de problemas sobre sedimentación</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
8	<b>Clase de teoría sobre fluidización</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Clase de problemas sobre fluidización</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
9				<b>Prueba de evaluación eliminatoria Nº 2.</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30

10	<p><b>Clase de teoría sobre filtración</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
11	<p><b>Clase de problemas sobre filtración</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Clase de teoría sobre transporte de sólidos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
12	<p><b>Clase de teoría sobre almacenamiento</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Clase de problemas sobre almacenamiento</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
13	<p><b>Simulación de operaciones y procesos con sólidos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
14	<p><b>Simulación de operaciones y procesos con sólidos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
15				
16				
17				<p><b>Prueba de evaluación eliminatoria Nº 3</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30</p> <p><b>Entrega del trabajo de simulación de procesos</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>Prueba escrita de teoría y problemas</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00</p> <p><b>Entrega del trabajo de simulación de procesos</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 00:00</p>

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso

derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Prueba de evaluación eliminatória Nº 1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	30%	5 / 10	CE1
9	Prueba de evaluación eliminatória Nº 2.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	30%	5 / 10	CE1
17	Prueba de evaluación eliminatória Nº 3	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	30%	4 / 10	CE1
17	Entrega del trabajo de simulación de procesos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	10%	5 / 10	CG5 CE3

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Prueba escrita de teoría y problemas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	90%	5 / 10	CE1
17	Entrega del trabajo de simulación de procesos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	10%	5 / 10	CG5 CE3

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Prueba escrita de teoría y problemas	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	90%	5 / 10	CE1
Entrega del trabajo de simulación de procesos	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	10%	5 / 10	CG5 CE3

## 7.2. Criterios de evaluación

A efectos de la nueva normativa de evaluación del aprendizaje de la UPM, aprobada por Consejo de Gobierno en su sesión del 26 de mayo de 2022, los términos "evaluación continua" y "prueba final" de esta guía se refieren a "evaluación distribuida o progresiva" y "prueba de evaluación global", respectivamente.

Todos los alumnos matriculados en esta asignatura seguirán un sistema de evaluación distribuida o progresiva, que consta de los siguientes elementos evaluables:

- Prueba de evaluación nº 1 (PE 1). Prueba escrita de carácter teórico-práctico eliminatoria cuya contribución a la nota global de la asignatura es del 30 %. La nota mínima para superar esta prueba es de 5 sobre 10 puntos.
- Prueba de evaluación nº 2 (PE 2). Prueba escrita de carácter teórico-práctico eliminatoria cuya contribución total a la nota global es del 30 %. La nota mínima para superar esta prueba es de 5 sobre 10 puntos.
- Prueba de evaluación nº 3 (PE 3). Prueba escrita de carácter teórico-práctico eliminatoria cuya contribución total a la nota global es del 30 %. Esta última prueba de evaluación coincidirá con la fecha establecida en el POD para la convocatoria ordinaria.

Estas 3 pruebas de evaluación representan el 90 % de la nota global de la asignatura. El 10 % restante corresponde al trabajo de simulación, que tiene carácter obligatorio y se considera aprobado si la nota es mayor o igual a 5 puntos sobre 10.

La calificación final de la asignatura se calculará a partir de las notas obtenidas en las tres PE y el trabajo de simulación. Si un alumno no realiza el trabajo de simulación la nota máxima en la asignatura será de 9 puntos sobre 10.

De acuerdo con la normativa de evaluación vigente, aquellos alumnos que no hayan superado la PE 1 o PE 2, o deseen subir nota, podrán recuperarlas en una prueba global de la asignatura, que tendrá lugar en la convocatoria

ordinaria (durante la PE 3), manteniéndose la calificación más alta entre la que obtengan en la nueva calificación y la obtenida con anterioridad. Dado que en la prueba global no hay posibilidad de recuperar la PE 3, al realizarse el mismo día, la nota mínima para que la PE 3 haga media con el resto (PE 1 y PE 2) será es de 4 sobre 10 puntos.

Las notas obtenidas en el trabajo de simulación y las tres PE, con nota igual o superior a 5 sobre 10, se guardarán hasta la convocatoria extraordinaria, la cual consistirá en una única prueba global de la asignatura, que representará el 90 % de la asignatura. El 10 % restante corresponde al trabajo de simulación..

En cuanto al cronograma, las diferentes sesiones, actividades y pruebas indicadas en el mismo, incluida su duración, son orientativas y podrían sufrir modificaciones en función de la evolución del curso o la disponibilidad de espacios. En el caso concreto de la visita a la fábrica de cemento El Alto, en Morata de Tajuña; esta actividad está condicionada por la disponibilidad de la empresa. En el caso de realizarse, aquellos alumnos que participen en la misma podrán ver incrementada la nota de la asignatura en hasta 0,5 puntos, siempre que la nota media global de la asignatura sea igual o superior a 5 puntos.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Transparencias de clase	Bibliografía	
Rhodes, "Introduction to Particle Technology", 2nd Edition, Wiley	Bibliografía	
Ortega Rivas, "Unit Operations of Particulate Solids: Theory and Practice", 1st Ed., CRC Press	Bibliografía	
Fayed y Otten, "Handbook of Powder Technology Science and Technology", 2nd Ed., Chapman and Hall	Bibliografía	

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura