



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

**55000708 - Operaciones De Separacion Ii**

### PLAN DE ESTUDIOS

05TI - Grado En Ingenieria En Tecnologias Industriales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - 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.....	4
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	7
8. Recursos didácticos.....	10

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	55000708 - Operaciones de Separacion II
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Octavo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05TI - Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2021-22

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Santos Galan Casado (Coordinador/a)	Tec. Quím. 205	santos.galan@upm.es	Sin horario. Pedir cita

\* 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

- Operaciones De Separacion I
- Mecanica De Fluidos I
- Transferencia De Calor
- Mecanica De Fluidos Ii

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

- Química física

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE21G - Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valoración y transformación de materias primas y recursos energéticos.

CG1 - Conocer y aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías básicas a la práctica de la Ingeniería Industrial.

CG2 - Poseer capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos industriales, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales apropiadas.

CG3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipos multidisciplinares.

CG4 - Comprender el impacto de la ingeniería industrial en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable.

CG5 - Saber comunicar los conocimientos y conclusiones, de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG6 - Poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para su adecuado desarrollo profesional.

CG7 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas de la Ingeniería Industrial en sus actividades profesionales.

CG8 - Capacidad de trabajar en un entorno bilingüe (inglés-castellano).

CG9 - Organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones de proyectos y equipos humanos.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA570 - EUR-ACE RA 2.2 - La capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería en su especialidad; elegir y aplicar de forma adecuada métodos analíticos, de cálculo y experimentales ya establecidos; reconocer la importancia de las restricciones sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicas e industriales

RA568 - EUR-ACE RA 1.2 - Conocimiento y comprensión de las disciplinas de ingeniería propias de su especialidad, en el nivel necesario para adquirir el resto de competencias del título, incluyendo nociones de los últimos adelantos

RA379 - Análisis, diseño y optimización de operaciones industriales de separación por transferencia de materia.

RA380 - Elaboración de documentos técnicos a nivel de ingeniería básica.

RA381 - Uso de programas profesionales de diseño.

RA569 - EUR-ACE RA 2.1 - La capacidad de analizar productos, procesos y sistemas complejos en su campo de estudio; elegir y aplicar de forma pertinente métodos analíticos, de cálculo y experimentales ya establecidos e interpretar correctamente los resultados de dichos análisis.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura presenta las principales operaciones básicas de separación en ingeniería química habitualmente modeladas y controladas por la transferencia de materia. Para ello, en la primera parte se desarrollan los conocimientos necesarios relativos a la difusión en sistemas multicomponente. La orientación es de tipo práctico, basada en el cálculo y diseño de las unidades, con diferentes grados de profundidad. En función del número de alumnos, se utilizan programas que implementan modelos cinéticos de cálculo.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Difusión molecular
  - 1.1. Definiciones. Formulaciones de Fick y Maxwell-Stefan
  - 1.2. Difusión binaria
  - 1.3. Estimación de difusividades
  - 1.4. Ecuaciones de conservación en sistemas multicomponente
  - 1.5. Difusión en sólidos
2. Transferencia en interfases
  - 2.1. Coeficientes de transferencia de materia y condiciones de determinación
  - 2.2. Teoría de la película
  - 2.3. Transferencia simultánea de materia y energía
  - 2.4. Transferencia en régimen turbulento. Analogías
3. Operaciones de separación controladas por velocidad de transferencia
  - 3.1. Absorción
  - 3.2. Columnas de relleno
  - 3.3. Adsorción
  - 3.4. Separaciones con membranas
  - 3.5. Secado
  - 3.6. Cristalización

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
2	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
3	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
4	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
5	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Control escrito</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
6	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
7	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Control escrito</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
8	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
9	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
10	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Control escrito</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
11	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
12	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	

13	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
14	<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Teoría y problemas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Ejercicio de simulación</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua No presencial Duración: 01:00  <b>Control escrito</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
15				
16				
17				<b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 02:00

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 continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Control escrito	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	01:00	20%	0 / 10	CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CG6 CG7 CG8 CG9 CE21G
7	Control escrito	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	01:00	25%	0 / 10	CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CG6 CG7 CG8 CG9 CE21G
10	Control escrito	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	01:00	25%	0 / 10	CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CG6 CG7 CG8 CG9 CE21G
14	Ejercicio de simulación	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	No Presencial	01:00	10%	0 / 10	CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CG6 CG7 CG8 CG9

							CE21G
14	Control escrito	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	01:00	20%	0 / 10	CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CG6 CG7 CG8 CG9 CE21G

### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CG6 CG7 CG8 CG9 CE21G

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

1. Los conocimientos adquiridos en la asignatura se evalúan mediante dos tipos de pruebas:
  1. Pruebas de evaluación continua, que se realizan únicamente durante el curso. Consisten en exámenes, de formato similar a los finales, un ejercicio de simulación y los trabajos realizados durante el curso.
  2. Exámenes finales, en las dos convocatorias oficiales.
2. Exámenes:
  - Los exámenes consisten en ejercicios de cálculo y cuestiones teóricas de respuesta corta o tipo test. Las respuestas de test incorrectas restan puntos (cerca de una cuarta parte de lo que suman las correctas). Se dispondrá de un formulario para las numéricas. Las preguntas numéricas serán similares o relacionadas con la colección de problemas resueltos en clase y en vídeos o cuya solución se entrega por escrito. Las cuestiones teóricas se referirán al contenido de los apuntes. Se espera que el estudiante tenga la capacidad para interpretar un enunciado técnico y reconocer en él los conocimientos citados.
  - Durante el curso los exámenes se reparten en 4 pruebas de evaluación continua (PEC) y al acabarlo, en los exámenes finales de junio y julio.
  - Las cuatro PEC tienen una duración aproximada de entre 30-60 minutos según los casos y abarcan los temas del curso. Estos y su ponderación en la nota son:
    1. Difusión molecular y binaria. Ecuaciones de cambio (2 puntos)
    2. Absorción y columnas de relleno (2,5 puntos)
    3. Adsorción, difusión en sólidos, cristalización y secado (2,5 puntos)
    4. Transferencia en interfases, régimen turbulento y membranas (2 puntos)
  - Los exámenes finales constarán de 16 preguntas y durarán 2 horas.
3. Ejercicio de simulación:
  - Este ejercicio consiste en el cálculo de una columna de absorción o destilación con modelos cinéticos utilizando un simulador de procesos comercial (Aspen Plus).
  - El ejercicio de simulación se realizará, probablemente, en la última clase del curso. La ponderación en la nota es 1 punto.
  - Las clases de simulación se impartirán mediante vídeos que el estudiante debe estudiar, realizando los ejercicios fuera de clase, utilizando su propio ordenador. El programa, previa firma de la aceptación de las condiciones de uso, será proporcionado para su instalación al comienzo del curso. Para poder utilizarlo es necesario acceder al servidor de licencias de la Escuela mediante VPN, por lo que se necesita estar conectado a internet y disponer de la dirección de correo de la UPM.
4. Trabajos durante el curso:
  - El formato de la asignatura está en un periodo de transición hacia el de aula invertida. En este, las actividades en el aula son fundamentalmente de trabajo del alumno, que debe suplir con el estudio

autónomo las clases magistrales convencionales y asumir una disposición activa en el seguimiento de la misma.

- Esta participación se incentiva con hasta un punto adicional sobre la nota de pruebas de evaluación continua y exámenes finales.

5. La calificación final se puede obtener durante el curso o en los exámenes finales:

1. Durante el curso será la suma ponderada de las PEC (exámenes + ejercicio de simulación, que suman un máximo de 10), añadiendo la de trabajos en el curso (máximo 1 punto) y la de valoración subjetiva del profesor (máximo medio punto).
2. Los alumnos con una nota inferior a 5 deberán presentarse a los exámenes para aprobar la asignatura. En los exámenes se puede alcanzar la nota máxima de 10. En los exámenes finales se añadirá como máximo medio punto de la de trabajos y medio punto por la valoración subjetiva del profesor.
3. Los alumnos podrán presentarse al examen final de junio aunque hayan aprobado mediante las PEC, manteniéndose la mayor calificación obtenida.
4. En cualquiera de los casos, si la mayor alcanzada por una alumno supera el 10 se normalizarán proporcionalmente todas las que se encuentren por encima de 5.

6. Las calificaciones no se conservan para años posteriores y consideran el conjunto de la asignatura, no partes de ella.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Página de la asignatura en Moodle	Recursos web	Apuntes, colección de problemas y exámenes, vídeos educativos y programas profesionales de cálculo
Aspen Plus	Otros	Simulador de procesos