



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

**55000704 - Operaciones De Separacion I**

### PLAN DE ESTUDIOS

05TI - Grado En Ingeniería En Tecnologías Industriales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer 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>             | 55000704 - Operaciones de Separacion I                 |
| <b>No de créditos</b>                      | 6 ECTS   |
| <b>Carácter</b>                            | Optativa   |
| <b>Curso</b>                               | Cuarto curso   |
| <b>Semestre</b>                            | Séptimo semestre                                       |
| <b>Período de impartición</b>              | Septiembre-Enero                                       |
| <b>Idioma de impartición</b>               | Castellano   |
| <b>Titulación</b>                          | 05TI - Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales |
| <b>Centro responsable de la titulación</b> | 05 - E.T.S. De Ingenieros Industriales                 |
| <b>Curso académico</b>                     | 2025-26  |

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

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

- Transferencia De Calor
- Mecanica De Fluidos I

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

- Métodos numéricos

## 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 multidisciplinarios.

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.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA565 - 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.

RA377 - Análisis, diseño y optimización de operaciones industriales de separación controladas por velocidad de transferencia de materia.

RA378 - Desarrollo de cálculos de complejidad media.

RA567 - EUR-ACE RA 5.1 - 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.

RA566 - 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.

## 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 el equilibrio de fases, en configuraciones de sistemas multietapa. Para ello se introducen los conceptos operativos del equilibrio de fases, en particular el de líquido/vapor. De las operaciones estudiadas, se profundiza en la que mayor importancia tiene actualmente en la industria química: la destilación. En todos los casos, la orientación es de tipo práctico, basada en el cálculo y diseño de las unidades. En función del número de alumnos, se utilizan programas profesionales de cálculo.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Módulo 1: Sistemas de separación por etapas de equilibrio
  - 1.1. Equilibrio de fases
  - 1.2. Sistemas multietapa
2. Destilación
  - 2.1. Destilación binaria
  - 2.2. Columnas de platos
  - 2.3. Destilación multicomponente
  - 2.4. Destilaciones especiales
  - 2.5. Destilación discontinua
3. Extracción con disolventes
  - 3.1. Extracción líquido/líquido
  - 3.2. Lixiviación y lavado

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

| Sem | Actividad tipo 1  | Actividad tipo 2 | Tele-enseñanza | Actividades de evaluación  |
|-----|---|------------------|----------------|--|
| 1   | <b>Teoría y problemas</b><br>Duración: 05:00<br>AIV: Aula invertida   |                  |                |  |
| 2   | <b>Teoría y problemas</b><br>Duración: 05:00<br>AIV: Aula invertida   |                  |                |  |
| 3   | <b>Teoría y problemas</b><br>Duración: 04:00<br>AIV: Aula invertida<br><br><b>Prueba de evaluación progresiva</b><br>Duración: 01:00<br>OT: Otras actividades formativas / Evaluación |                  |                | <b>Controles escritos</b><br>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br>Evaluación Progresiva<br>Presencial<br>Duración: 01:00 |
| 4   | <b>Teoría y problemas</b><br>Duración: 05:00<br>AIV: Aula invertida   |                  |                |  |
| 5   | <b>Teoría y problemas</b><br>Duración: 05:00<br>AIV: Aula invertida   |                  |                |  |
| 6   | <b>Teoría y problemas</b><br>Duración: 04:00<br>AIV: Aula invertida<br><br><b>Prueba de evaluación progresiva</b><br>Duración: 01:00<br>OT: Otras actividades formativas / Evaluación |                  |                | <b>Controles escritos</b><br>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br>Evaluación Progresiva<br>Presencial<br>Duración: 01:00 |
| 7   | <b>Teoría y problemas</b><br>Duración: 05:00<br>AIV: Aula invertida   |                  |                |  |
| 8   | <b>Teoría y problemas</b><br>Duración: 05:00<br>AIV: Aula invertida   |                  |                |  |
| 9   | <b>Teoría y problemas</b><br>Duración: 04:00<br>AIV: Aula invertida<br><br><b>Prueba de evaluación progresiva</b><br>Duración: 01:00<br>OT: Otras actividades formativas / Evaluación |                  |                | <b>Controles escritos</b><br>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br>Evaluación Progresiva<br>Presencial<br>Duración: 01:00 |

|    |   |  |  |  |
|----|---|--|--|--|
| 10 | <b>Teoría y problemas</b><br>Duración: 05:00<br>AIV: Aula invertida   |  |  |  |
| 11 | <b>Teoría y problemas</b><br>Duración: 05:00<br>AIV: Aula invertida   |  |  |  |
| 12 | <b>Teoría y problemas</b><br>Duración: 03:00<br>AIV: Aula invertida<br><br><b>Prueba de evaluación progresiva</b><br>Duración: 01:00<br>OT: Otras actividades formativas /<br>Evaluación<br><br><b>Ejercicio de simulación</b><br>Duración: 01:00<br>OT: Otras actividades formativas /<br>Evaluación |  |  | <b>Controles escritos</b><br>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br>Evaluación Progresiva<br>Presencial<br>Duración: 01:00<br><br><b>Ejercicio de simulación</b><br>EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas<br>Evaluación Progresiva<br>Presencial<br>Duración: 01:00 |
| 13 |   |  |  |  |
| 14 |   |  |  |  |
| 15 |   |  |  |  |
| 16 |   |  |  |  |
| 17 |   |  |  | <b>Examen final</b><br>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br>Evaluación Global<br>Presencial<br>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.

## 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                                 |
|------|-------------------------|--|------------|----------|-----------------|-------------|--|
| 3    | Controles escritos      | EX: Técnica del tipo Examen Escrito      | Presencial | 01:00    | 25%             | 0 / 10      | CG2<br>CG3<br>CG4<br>CG5<br>CG6<br>CG7<br>CE21G<br>CG1 |
| 6    | Controles escritos      | EX: Técnica del tipo Examen Escrito      | Presencial | 01:00    | 25%             | 0 / 10      | CG3<br>CG4<br>CG5<br>CG6<br>CG7<br>CE21G<br>CG1<br>CG2 |
| 9    | Controles escritos      | EX: Técnica del tipo Examen Escrito      | Presencial | 01:00    | 25%             | 0 / 10      | CG1<br>CG2<br>CG3<br>CG4<br>CG5<br>CG6<br>CG7<br>CE21G |
| 12   | Controles escritos      | EX: Técnica del tipo Examen Escrito      | Presencial | 01:00    | 25%             | 0 / 10      | CG3<br>CG4<br>CG5<br>CG6<br>CG7<br>CE21G<br>CG1<br>CG2 |
| 12   | Ejercicio de simulación | EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas | Presencial | 01:00    | 5%              | 0 / 10      | CG1<br>CG2<br>CG7<br>CE21G                             |

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

| Sem | Descripción  | Modalidad                           | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas                                 |
|-----|--------------|-------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|--|
| 17  | Examen final | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00    | 100%            | 5 / 10      | CG1<br>CG2<br>CG3<br>CG4<br>CG5<br>CG7<br>CG6<br>CE21G |

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

| Descripción  | Modalidad                           | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas                                 |
|--------------|-------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|--|
| Examen final | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00    | 100%            | 5 / 10      | CG1<br>CG2<br>CG3<br>CG4<br>CG5<br>CG6<br>CG7<br>CE21G |

## 7.2. Criterios de evaluación

1. Los conocimientos adquiridos en la asignatura se evalúan de forma progresiva durante el curso, y de forma global, cuando finaliza, en las convocatorias ordinaria y extraordinaria.
2. La evaluación progresiva consta de cinco exámenes que se desarrollan durante el curso en los días indicados en el calendario de esta guía. Cuatro de ellos son escritos mientras que el último supone el uso de un simulador de procesos en el ordenador:
3. Exámenes escritos:
  - Los cuatro exámenes escritos 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 dispone de un formulario para las numéricas. Las preguntas numéricas serán similares o relacionadas con la colección de fichas, problemas resueltos en clase o en vídeos. 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.
  - La duración de los exámenes escritos es de una hora y reparten los temas del curso, con una ponderación de 2.5 puntos cada uno:
    1. Medida de la separación, equilibrio y sistemas multietapa.
    2. Destilación binaria y platos.
    3. Destilación multicomponente, discontinua y especiales.
    4. Extracción L/L y lixiviación.
  - Los exámenes finales durarán dos horas.
  - Durante los exámenes, sólo se permitirá el uso de \*calculadoras no programables de una o dos líneas de pantalla\*.
4. Examen de simulación:
  - Este ejercicio consiste en el cálculo de una columna de destilación multicomponente, incluyendo la parte hidráulica, mediante modelos de equilibrio utilizando un simulador de procesos comercial (Aspen Plus).
  - El programa estará disponible a través de la infraestructura de escritorios virtuales de la universidad (escritorio.upm.es).
  - Las clases de simulación se impartirán mediante vídeos que el estudiante debe estudiar. A lo largo del curso se realizarán ejercicios en clase para resolver dudas y consolidar conocimientos, pero que requieren el trabajo previo citado.
  - El ejercicio de simulación se realizará, probablemente, en la última clase del curso y su valoración es 0.5 puntos.
5. La calificación final se obtiene como una suma ponderada de las diversas pruebas, que difiere en función de ser mediante evaluación progresiva o en las pruebas globales. Siendo:
  - E<sub>p</sub> la nota media (aritmética) de los exámenes parciales escritos, E<sub>o</sub> la obtenida en la prueba

global ordinaria y  $E_e$  en la extraordinaria, cuyo máximo valor en todos los casos es 10.

- $E_s$  la nota del ejercicio de simulación, que sólo se puede obtener durante el curso, en función de su carácter suplementario, y cuyo máximo valor es 0,5.

la calificación se obtiene en la convocatoria ordinaria de acuerdo con el cálculo:

- Por evaluación progresiva:  $\max(E_p + E_s, 10)$
- Por prueba global:  $\max(E_p + E_s, E_o, \min(E_o + \min(E_p/3; 1,5), 5), 10)$

6. En función de los resultados, se pueden añadir distintos ejercicios de carácter voluntario que permitan incrementar las calificaciones parciales o la global.
7. Obsérvese que un alumno que supere la asignatura mediante evaluación progresiva puede presentarse al examen final para aumentarla, utilizándose la máxima de las dos obtenidas.
8. La calificación en la convocatoria extraordinaria se obtiene con la siguiente expresión:  
 $\max(E_e, \min(E_o + \min(E_p/3; 1,5), 5), 10)$ .
9. Los exámenes parciales no son liberatorios. Si no se alcanza la calificación final de 5 tras los exámenes parciales (junto con el trabajo de clase), en los finales se examinará del temario de toda la asignatura. Por otro lado, esto no significa partir de cero, ya que en la calificación se tiene en cuenta el trabajo realizado durante el curso de manera proporcional al resultado de los exámenes.
10. Las calificaciones no se conservan para cursos de años posteriores.

## 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  |