



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

**53001369 - Procesos de Polimerización**

### PLAN DE ESTUDIOS

05BC - Master Universitario en Ingeniería Química

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	13

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53001369 - Procesos de Polimerización
<b>No de créditos</b>	4.5 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>	2020-21

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Maria Victoria Alcazar Montero	Química ETSII	mariavictoria.alcazar@upm.es	Sin horario. Consultar por correo-e
Joaquin Maria Martinez Urreaga (Coordinador/a)	Química ETSII	joaquin.martinez@upm.es	Sin horario. Consultar por correo-e

Salvador Leon Cabanillas	Tec Quím ETSII	salvador.leon@upm.es	Sin horario. Consultar por correo-e
--------------------------	-------------------	----------------------	---

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

## 2.2. Personal investigador en formación o similar

Nombre	Correo electrónico	Profesor responsable
Beltran Gonzalez, Freddy	f.beltran@upm.es	Martinez Urreaga, Joaquin Maria

## 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

- Química Inorgánica
- Química Orgánica
- Química Analítica
- Química Física
- Experimentación en Ingeniería Química
- Reactores
- Organización y ejecución personal del trabajo
- Búsqueda de información
- Elaboración de informes

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

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.

CE2 - Diseñar productos, procesos, sistemas y servicios de la industria química, así como la optimización de otros ya desarrollados, tomando como base tecnológica las diversas áreas de la ingeniería química, comprensivas de procesos y fenómenos de transporte, operaciones de separación e ingeniería de las reacciones químicas, nucleares, electroquímicas y bioquímicas.

CG1 - Capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía, para formular y resolver problemas complejos en procesos, equipos, instalaciones y servicios, en los que la materia experimente cambios en su composición, estado o contenido energético, característicos de la industria química y de otros sectores relacionados entre los que se encuentran el farmacéutico, biotecnológico, materiales, energético, alimentario o medioambiental.

CG11 - Poseer las habilidades del aprendizaje autónomo para mantener y mejorar las competencias propias de la ingeniería química que permitan el desarrollo continuo de la profesión

CG6 - Tener capacidad de análisis y síntesis para el progreso continuo de productos, procesos, sistemas y servicios utilizando criterios de seguridad, viabilidad económica, calidad y gestión medioambiental

CT1 - Uso de la lengua inglesa

CT5 - Gestión de la información

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA9 - Conocimiento de métodos y técnicas de caracterización de los polímeros obtenidos

RA11 - Diseño de procesos de polimerización

RA8 - Análisis de procesos de polimerización existentes

RA13 - Capacidad de trabajo con literatura científica en inglés

RA10 - Conocimiento de los procesos de polimerización

RA12 - Conocimiento de métodos y técnicas de monitorización de procesos de polimerización

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Los polímeros juegan un papel fundamental en la sociedad actual y, por tanto, en muchas ramas de la ingeniería. Por ello, los procesos de obtención de estos materiales, y las actividades de investigación y desarrollo en este campo, tienen gran importancia en Europa, tanto desde el punto de vista económico como desde los puntos de vista social y medioambiental.

Las cuestiones referidas al reciclado de plásticos juegan un papel fundamental en las políticas actuales de fomento de la Economía Circular. En esta asignatura se pretende que los alumnos se introduzcan en el campo de los procesos de fabricación de polímeros, pero englobando esa fabricación en el ciclo completo del producto, desde la fabricación del polímero hasta los escenarios de fin de vida del producto, especialmente el reciclado. La asignatura pretende contribuir al avance en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente en los objetivos:

+ 9: **Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.** Toda la asignatura se orienta a la mejora de los procesos de fabricación de plásticos, desde un punto de vista de innovación tecnológica (mejor conocimiento de los procesos, mejores catalizadores) que permita mejoras en el rendimiento y la calidad del producto, así como reducción en la generación de residuos.

+ 12: **Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.** El último tema de la asignatura se dedica al reciclado de plásticos, dentro de una óptica de economía circular, y se introducen también los plásticos biobasados.

La asignatura tiene un marcado carácter multidisciplinar, por lo que se pretende que los alumnos apliquen en este campo sus conocimientos de química inorgánica, reactores, química orgánica, química física, medio ambiente y experimentación, así como sus capacidades de aprendizaje. Se pretende también desarrollar la capacidad para el aprendizaje continuo del alumno empleando fuentes que se encontrarán preferentemente en inglés.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Polímeros: conceptos básicos
2. Polimerización en cadena y por etapas. Aspectos generales
3. Polimerización radicalaria. Técnicas de polimerización
4. Polimerización iónica
5. Polimerización por etapas
6. Catálisis estereoespecífica
7. Copolimerización
8. Reactores
9. Caracterización del producto obtenido
10. Monitorización de procesos de polimerización
11. Del polímero al plástico. Reciclado de plásticos

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Presentación asignatura (1h)</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Polímeros. Conceptos básicos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Presentación asignatura (1h)</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Polímeros. Conceptos básicos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
2	<p><b>Polímeros. Conceptos básicos</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Polimerización en cadena y por etapas. Aspectos generales</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Polimerización radicalaria</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Polímeros. Conceptos básicos</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Polimerización en cadena y por etapas. Aspectos generales</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Polimerización radicalaria</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
3	<p><b>Polimerización radicalaria</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Polimerización radicalaria</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Polimerización radicalaria</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Polimerización radicalaria</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
4	<p><b>Técnicas de polimerización</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Técnicas de polimerización</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Polimerización iónica</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Técnicas de polimerización</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Técnicas de polimerización</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Polimerización iónica</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
5	<p><b>Polimerización iónica</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Polimerización por etapas</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Polimerización iónica</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Polimerización por etapas</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>control</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:15</p>



6	<p><b>Polimerización por etapas</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Polimerización por etapas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Polimerización por etapas</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Polimerización por etapas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
7	<p><b>Polimerización por etapas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Catalizadores estereo-específicos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Polimerización por etapas</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Catalizadores estereo-específicos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
8	<p><b>Catalizadores estereo-específicos</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Copolímeros</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Catalizadores estereo-específicos</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Copolímeros</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
9	<p><b>Copolímeros</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Copolímeros</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Copolímeros</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Copolímeros</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>control</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:15</p>
10	<p><b>Reactores de polimerización</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Reactores de polimerización</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p><b>Reactores de polimerización</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Reactores de polimerización</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
11	<p><b>Reactores de polimerización</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Caracterización del producto obtenido</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Reactores de polimerización</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Caracterización del producto obtenido</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
12	<p><b>Caracterización del producto obtenido</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Monitorización de los procesos. Técnicas y métodos. Casos prácticos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Caracterización del producto obtenido</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Monitorización de los procesos. Técnicas y métodos. Casos prácticos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
13	<p><b>Reciclado de plásticos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Reciclado de plásticos. Casos prácticos</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>		<p><b>Reciclado de plásticos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Reciclado de plásticos. Casos prácticos</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Trabajo global de la asignatura</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 00:00</p>

14	<b>Reciclado de plásticos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Encuestas y análisis de la asignatura</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas		<b>Reciclado de plásticos</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Encuestas y análisis de la asignatura</b> Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas	<b>Control</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:15
15				
16				
17				<b>Examen de la modalidad "evaluación por examen final" (no continua). Incluye el trabajo global de la asignatura.</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:15

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	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:15	25%	4 / 10	CB7 CB9 CE1 CE2 CG1 CG6
9	control	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:15	25%	4 / 10	CG6 CB7 CB9 CE1 CE2 CG1
13	Trabajo global de la asignatura	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	25%	5 / 10	CB10 CT1 CT5 CG11 CB9
14	Control	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:15	25%	4 / 10	CB7 CG1 CG6 CB9 CE1 CE2

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
13	Trabajo global de la asignatura	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	25%	5 / 10	CB10 CT1 CT5 CG11 CB9

17	Examen de la modalidad "evaluación por examen final" (no continua). Incluye el trabajo global de la asignatura.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:15	75%	5 / 10	CG1 CG6 CB7 CB9 CE1 CE2
----	---	-------------------------------------	------------	-------	-----	--------	--

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final julio	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:15	75%	5 / 10	CG11 CG1 CG6 CB7 CB9 CE1 CE2
Trabajo global de la asignatura	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	25%	5 / 10	CG11 CB9 CB10 CT1 CT5

## 7.2. Criterios de evaluación

La evaluación se realiza mediante exámenes o controles escritos y un trabajo escrito.

En todos los casos es imprescindible entregar un trabajo de la asignatura, individual, en inglés y con un mínimo de extensión y calidad, para poder aprobar la asignatura. Los temas se elegirán, entre los propuestos por los profesores, en el primer mes de la asignatura. Este trabajo se entregará antes de la fecha indicada al comienzo de curso y, en cualquier caso, antes del examen de la tercera parte. El trabajo supone el 25 % de la nota final y se requiere sacar al menos 5/10 para aprobar el trabajo y la asignatura. Además de la calidad, se evaluará la originalidad. Una nota inferior a 5 en el trabajo implica suspender la convocatoria. Una vez aprobado, la calificación del trabajo se conserva indefinidamente, no hay que repetirlo.

En la convocatoria ordinaria, se puede elegir evaluación continua o evaluación final. En ambos casos la nota máxima es 10 y se exige alcanzar 5,0 puntos como mínimo para superar la asignatura. La elección entre ambos sistemas se realizará por escrito, de manera que si se desea evaluación continua es preciso indicarlo por escrito o e-mail a un profesor en el primer mes de la asignatura, antes del 28 de febrero. Esta elección no se puede cambiar, salvo indicaciones de la Universidad Politécnica de Madrid en sentido contrario, motivadas por situaciones excepcionales.

En la evaluación continua habrá tres controles escritos y presenciales, uno de cada parte, que suponen cada uno el 25 % de la nota final. Para aprobar por evaluación continua se necesita un promedio de 5/10 en estos controles, con un mínimo de 4/10 en cada uno de ellos. Una nota inferior a 4 en alguno de los controles implica suspender la convocatoria ordinaria.

En la evaluación por examen final (no continua), la calificación coincide con la del examen final de toda la asignatura, que puede otorgar hasta 7,5 puntos, más la del trabajo global de la asignatura, que puede aportar hasta 2,5 puntos. Se requiere siempre un mínimo de 5/10 tanto en el examen como en el trabajo.

En la convocatoria extraordinaria se aplica el mismo procedimiento que en la evaluación por examen final (no continua), recogido en el punto anterior. El examen final es siempre de toda la asignatura. El trabajo se entregará antes de la fecha del examen de la convocatoria extraordinaria.

Las pruebas y el trabajo son individuales. En la asignatura se promueve la implantación de un código ético de conducta y se presta especial atención a las conductas inapropiadas derivadas del fraude en autoría y copia, de acuerdo con el Reglamento Sancionador de la Escuela. No se tolerará la copia o el plagio, que son motivos para puntuar con 0 la prueba o trabajo afectados. Hay que tener en cuenta que, tanto en un examen como en el caso del trabajo, la copia conlleva la no superación del mismo y, por tanto la pérdida de la posibilidad de aprobar en esa

convocatoria.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Introduction to Polymer Science and Chemistry- A Problem Solving Approach. M. Chanda. CRC Press, 2006.	Bibliografía	
Fundamentals of Polymer Engineering, Second Edition. A. Kumar y R.K. Gupta. Marcel Dekker, 2003.	Bibliografía	
Polymer Reaction Engineering. José M. Asua, ed. Blackwell, 2007.	Bibliografía	
Presentaciones y documentación entregada por los profesores	Bibliografía	
Página Web de la asignatura en Moodle	Bibliografía	
Aulas y medios de la ETSII-UPM	Equipamiento	
Recursos audiovisuales	Otros	Videos de clases y presentaciones elaborados por los profesores

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

**1. Forma de impartición.** La forma de impartición preferida es la presencial. Se ha indicado la posibilidad de hacerlo de forma telemática, si fuera imprescindible, pero no se pretende duplicar la dedicación horaria.

**2. ODS.** La asignatura pretende contribuir al avance en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente en los objetivos:

+ **La asignatura se relaciona con el ODS 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.** Toda la asignatura se orienta a la mejora de los procesos de fabricación de plásticos, desde un punto de vista de innovación tecnológica (mejor conocimiento de los procesos, mejores catalizadores) que permita mejoras en el rendimiento y la calidad del producto, así como reducción en la generación de residuos.

+ **La asignatura se relaciona con el ODS 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.** El último tema de la asignatura se dedica al reciclado de plásticos, dentro de una óptica de economía circular, y se introducen también los plásticos biobasados

**3. Comunicación.** Teniendo en cuenta las circunstancias, la forma preferida de comunicación es el correo electrónico, en horario laboral (9-17 h, lunes a viernes). El profesorado responderá en cuanto sea posible, normalmente en el día o en el siguiente día hábil.

**4. Plataformas.** Teniendo en cuenta las circunstancias, cabe la posibilidad de que una parte de las actividades, incluyendo lecciones y evaluaciones, se realice de forma telemática. En tal caso se emplearán las plataformas habilitadas por la UPM: Teams, Zoom y BB Collaborate.

