



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de Minas y
Energía

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

65004036 - Tecnología De Los Combustibles Y De La Combustion

PLAN DE ESTUDIOS

06IE - Grado En Ingenieria De La Energia

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2024/25 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	3
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	8
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	14
9. Otra información.....	16

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	65004036 - Tecnología de los Combustibles y de la Combustion
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Tercero curso
Semestre	Quinto semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	06IE - Grado en Ingeniería de la Energía
Centro responsable de la titulación	06 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Minas Y Energía
Curso académico	2024-25

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
David Leon Ruiz	420	david.leon.ruiz@upm.es	L - 09:00 - 12:00 M - 09:00 - 12:00 Es recomendable contactar previamente con el profesor por e-mail

Isabel Amez Arenillas (Coordinador/a)	427	isabel.amez@upm.es	L - 08:00 - 10:00 M - 08:00 - 10:00 Es recomendable contactar previamente con la profesora por e-mail
Maria Jesus Garcia Martinez	421	mj.garcia@upm.es	L - 08:00 - 10:00 M - 10:00 - 12:00 X - 10:00 - 12:00 Es recomendable contactar previamente con la profesora por e-mail
Blanca Castells Somoza	422	b.castells@upm.es	L - 15:00 - 17:00 V - 08:00 - 12:00 Es recomendable contactar previamente con la profesora por e-mail
Enrique Querol Aragon	418	enrique.querol@upm.es	L - 09:00 - 12:00 M - 09:00 - 12:00 Es recomendable contactar previamente con el profesor por e-mail
Ljiljana Medic Pejic	417	liliana.medic@upm.es	M - 11:00 - 14:00 X - 11:00 - 14:00 Es recomendable contactar previamente con la profesora por e-mail
Javier Garcia Torrent	419	javier.garcia@upm.es	L - 15:30 - 19:30 J - 12:00 - 14:00 Es recomendable contactar previamente con el profesor por e-mail

* 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

- Química I
- Termodinámica
- Química II

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Conocer el Sistema Internacional de Unidades, incluyendo la conversión de unidades de magnitudes físicas y químicas comunes, y la utilización de factores de conversión.
- Conocimientos previos sobre magnitudes físicas y formas de intercambio de energía, sistema y ambiente, tipos de sistemas, propiedades intensivas y extensivas, estado y funciones de estado, temperatura y equilibrio térmico, transformaciones y sus tipos.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE24 - Relacionar el conocimiento de los procesos de la combustión con el uso eficiente de los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.

CE25 - Conocer las características y especificaciones de los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.

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

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

CG4 - Comprender el impacto de la ingeniería energética 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, tanto de forma oral, escrita y gráfica, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

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

4.2. Resultados del aprendizaje

RA299 - Conocer la naturaleza y estructura molecular de los combustibles fósiles

RA303 - Conocer las características y especificaciones de los combustibles líquidos y gaseosos así como sus productos comerciales

RA300 - Aplicar el proceso de la combustión desde el punto de vista científico en general

RA301 - Conocer los cambios del carbón durante su almacenamiento y manipulación, consecuencias y problemas de seguridad

RA302 - Comprender la estructura de la llama y los parámetros que intervienen en su formación y estabilidad en el proceso de combustión

RA373 - Conocimientos sobre reacciones químicas, equilibrio químico y principios de la termodinámica.

RA374 - Conocimientos sobre equilibrios de fases y cinética química

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura *Tecnología de los Combustibles y de la Combustión* proporciona al futuro profesional una visión global sobre los conceptos y principios de combustión y combustibles , así como posibles aplicaciones tecnológicas.

5.2. Temario de la asignatura

1. BLOQUE I: ORIGEN

1.1. Origen y composición de los combustibles

1.1.1. Introducción

1.1.2. Evolución de la materia orgánica. Fundamentos teóricos

1.1.3. Diagrama de Van Krevelen

1.1.4. Formación del carbón

1.1.5. Formación, evolución y migración del petróleo y del gas

1.1.6. Composición química del petróleo y su evolución

1.1.7. Combustibles convencionales y no convencionales

1.1.8. Petróleo no convencional. Crudos extrapesados. Arenas y pizarras bituminosas

1.1.9. Gas no convencional. Hidratos de metano, shale gas, Tight gas

1.1.10. Discusión sobre el origen inorgánico del petróleo

1.2. Medioambiente

1.2.1. Impactos ambientales de los combustibles en las fases de exploración y producción

1.2.2. Los combustibles y el agua

1.2.3. Vertidos accidentales

1.2.4. Emisiones y medioambiente

2. BLOQUE II: COMBUSTIÓN

2.1. Proceso de combustión

2.1.1. Aspectos fundamentales de la combustión

2.1.2. Propiedades de los combustibles

2.1.3. Distintos tipos de combustión (combustión completa, incompleta, teórica o estequiométrica, combustión con exceso de aire, con defecto de aire)

2.1.4. Análisis de la combustión completa e incompleta

2.1.5. Fundamentos de la teoría de llamas

3. BLOQUE III: COMBUSTIBLES GASEOSOS

3.1. Gases combustibles. Fundamentos. Exploración, producción y procesamiento

3.1.1. Fundamentos. Breve historia del gas

3.1.2. Características y tipos

3.1.3. Aplicaciones

3.1.4. Exploración

3.1.5. Producción de petróleo y gas

3.1.6. Tratamientos físicos

3.1.7. Tratamientos químicos

4. BLOQUE IV: COMBUSTIBLES SÓLIDOS

4.1. Carbón. Caracterización, clasificación y usos

4.1.1. Análisis elemental e inmediato

4.1.2. Contenido y formas de azufre

4.1.3. Bases de expresión de los resultados

4.1.4. Poder calorífico

4.1.5. Temperatura de fusión de cenizas, hinchamiento y molturabilidad

4.1.6. Clasificación del carbón por el rango

4.1.7. El carbón como combustible

4.1.8. Coque de carbón. Fabricación, usos y ensayos de caracterización

4.2. Combustibles sólidos renovables

4.2.1. Concepto energético de la biomasa

4.2.2. Tipos de biomasa: agrícola, agroindustrial y forestal. Cultivos energéticos. Residuos urbanos.
Lodos secos

4.2.3. Sistemas de aprovechamiento energético de la biomasa. Co-combustión

4.2.4. Instalaciones industriales con biomasa como combustible

5. BLOQUE V: COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

5.1. Las gasolinas

5.1.1. Energía primaria. Consumo de combustibles líquidos. Fracciones del petróleo empleadas

5.1.2. Motor de combustión interna. Funcionamiento básico del motor Otto. Otros tipos de motores

5.1.3. Evolución de las gasolinas en España. Reglamentación aplicable

5.1.4. Composición de las gasolinas

5.1.5. Índice de octano. Combustión normal y anormal. Influencia de la composición

5.1.6. Especificaciones de la gasolina. Gasolinas especiales

5.2. Los gasóleos

5.2.1. Tipos y aplicaciones. Aditivos

5.2.2. Características del ciclo Diesel. Retraso del encendido. Sistemas de inyección

5.2.3. Comparación entre motores diésel y gasolina. Número de cetano

5.2.4. Especificaciones de los gasóleos

5.3. Otros combustibles líquidos

5.3.1. Combustibles para la aviación. Tipos. Combustión en motores de turbina. Especificaciones de los querosenos

5.3.2. Fuelóleos. Características y tipos. Especificaciones

5.3.3. Biocombustibles. Clasificación. Bioetanol. Biodiesel. HVO. Modificación de las especificaciones

5.4. Productos de combustión en motores alternativos

5.4.1. Combustión en motores alternativos. Gases y compuestos generados

5.4.2. Dosado y riqueza. Influencia en la composición de los gases emitidos

5.4.3. Control de la combustión. Control de la emisión

5.4.4. Tecnologías de propulsión de vehículos

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Cuestionario Moodle/ Tarea de clase ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:30
2	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Cuestionario Moodle/ Tarea de clase ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:30
3	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Cuestionario Moodle/ Tarea de clase ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:30
4	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Cuestionario Moodle/ Tarea de clase ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:30
5	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Cuestionario Moodle/ Tarea de clase ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:30
6	4h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Cuestionario Moodle/ Tarea de clase ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:30
7	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Cuestionario Moodle/ Tarea de clase ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:30
8		4h prácticas laboratorio Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Cuestionario Moodle/ Tarea de clase ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:30
9	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Cuestionario Moodle/ Tarea de clase ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:30

10	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Cuestionario Moodle/ Tarea de clase ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:30
11	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Cuestionario Moodle/ Tarea de clase ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:30 Evaluación trabajo individual TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 40:00
12	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	4 horas practicas laboratorio/evaluación Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Cuestionario Moodle/ Tarea de clase ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:30
14	4 h teoría-problemas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Evaluación trabajo grupal PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00
15				Evaluación practicas de Laboratorio EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30
16				
17				Sólo prueba final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 03:00 Evaluación prácticas de Laboratorio EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Global Presencial Duración: 02:20 Examen final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 03:00

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
1	Cuestionario Moodle/ Tarea de clase	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:30	.6%	0 / 10	CG1 CE24
2	Cuestionario Moodle/ Tarea de clase	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:30	.6%	0 / 10	CG7 CE24
3	Cuestionario Moodle/ Tarea de clase	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:30	.6%	0 / 10	CE24 CE25
4	Cuestionario Moodle/ Tarea de clase	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:30	.6%	0 / 10	CE24 CE25
5	Cuestionario Moodle/ Tarea de clase	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:30	.6%	0 / 10	CE24 CE25
6	Cuestionario Moodle/ Tarea de clase	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:30	.6%	0 / 10	CE24 CE25
7	Cuestionario Moodle/ Tarea de clase	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:30	.6%	0 / 10	CG1 CE24 CE25
8	Cuestionario Moodle/ Tarea de clase	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:30	.6%	0 / 10	CE25

9	Cuestionario Moodle/ Tarea de clase	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:30	.6%	0 / 10	CE24
10	Cuestionario Moodle/ Tarea de clase	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:30	.6%	0 / 10	CE24 CE25
11	Cuestionario Moodle/ Tarea de clase	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:30	.6%	0 / 10	CG3 CE25
11	Evaluación trabajo individual	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	40:00	6.8%	0 / 10	CG4 CG5 CG7
13	Cuestionario Moodle/ Tarea de clase	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:30	.6%	0 / 10	CG1 CG3
14	Evaluación trabajo grupal	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	01:00	6%	0 / 10	CE24 CE25
15	Evaluación practicas de Laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	20%	0 / 10	CG3 CG4
17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	60%	3.5 / 10	CG1 CG3 CG4 CG5 CG7 CE24 CE25

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	80%	3.5 / 10	CG1 CG4 CG5 CG7 CE24 CE25

17	Evaluación prácticas de Laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:20	20%	0 / 10	CG3
----	-------------------------------------	--	------------	-------	-----	--------	-----

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	03:00	80%	3.5 / 10	CG1 CG4 CG5 CG7 CE24 CE25
Evaluación práctica de Laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:20	20%	0 / 10	CG3

7.2. Criterios de evaluación

La asignatura se compone de varios bloques de programa. A lo largo del curso se realizarán pruebas y/o trabajos de clase en cada uno de los distintos bloques de contenidos de la asignatura. Sólo se emite una única calificación final de la asignatura en cada convocatoria.

La nota de evaluación progresiva se obtiene de la siguiente manera:

Breve descripción de la actividades evaluables	Momento	Lugar	Peso en la calificación
Pruebas presenciales y no presenciales	Periodo lectivo	Clase/ casa	20%
Prácticas de laboratorio	Ver calendario	Laboratorio/Aula	20%
Examen final	-----	Aula	60%

Para poder aprobar es imprescindible:

- Haber realizado el laboratorio
- Sacar al menos 3,5 puntos (sobre 10) en el examen final.

Examen:

El examen será de tipo test con aproximadamente una pregunta por cada hora de clase, a elegir una respuesta de cuatro posibles, sumando +1 la correcta, restando -1/3 la incorrecta, y 0 la respuesta en blanco. Las preguntas serán de teoría o problemas.

Evaluación mediante sólo prueba final

Los alumnos que renuncien a realizar la evaluación progresiva, optando por tanto a la evaluación mediante "sólo prueba final", deberán realizar de forma obligatoria las prácticas de laboratorio para comparecer al examen final.

Adicionalmente realizarán un examen final de todos los indicadores de logro. Este examen final tendrá las mismas características que el de la modalidad de evaluación continua.

Breve descripción de la actividades evaluables	Momento	Lugar	Peso en la calificación
Examen final	-----	Aula	80%
Prácticas de laboratorio	ver calendario	Laboratorio/aula	20%

Convocatoria extraordinaria

Todos los alumnos tanto los de evaluación progresiva como por evaluación mediante sólo prueba final que no hayan aprobado en la convocatoria ordinaria podrán presentarse a la convocatoria extraordinaria, en la que se examinarán de toda la asignatura. El examen tendrá las mismas características que el examen "solo prueba final".

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Apuntes de Cátedra. ETSI Minas, Madrid.	Bibliografía	
DELGADO J., 1998. Los productos petrolíferos: su tecnología. G.T.S..	Bibliografía	
QUEROL, 2023. Apuntes, transparencias y ejercicios www.ptdu.org.es	Bibliografía	
B.P. TISSOT and D.H. WELTE, 1984. Petroleum Formation and Occurrence. Springer-Verlag	Bibliografía	
P.C. LYONS and B. ALPERN (Ed), 1989. Coal: classification, coalification, mineralogy, trace-element chemistry, and oil and gas potential. Elsevier	Bibliografía	
JAMES G. SPEIGHT, 2001. Handbook of Petroleum Analysis. Wiley-Interscience	Bibliografía	
BADIN, E.J. Coal Combustion Chemistry-Correlation Aspects. Elsevier, Amsterdam.	Bibliografía	
GARDINER, W. C. Jr., 1984. Combustion Chemistry. Springer-Verlag.	Bibliografía	
LOWRY, H.H. Chemistry of Coal Utilization. John Wiley & Son, Londres	Bibliografía	

STEFAN T. ORSZULIK, 2008. Environmental Technology in the Oil Industry. Springer Science	Bibliografía	
F.PAYRI; J.M. DESANTES. Motores de Combustión interna alternativos. Ed. Reverté. 2011.	Bibliografía	
GLASSMAN, I., YETTER, R., 2008. Combustion. Academic Press Elsevier.	Bibliografía	
EL-MAHALLAWY, F.M., EL-DIN HABIK, S. 2002. Fundamentals and Technology of Combustion. Elsevier Science Ltd	Bibliografía	
Plataforma Moodle: asignatura Tecnología de los Combustibles y la Combustión. En la misma se hacen referencia y vínculos a otros recursos web.	Recursos web	
Material de laboratorio diverso: vasos de precipitados, matraces de diversos tipos, embudos, crisoles.	Equipamiento	
Balanzas electrónicas, hornos y muflas. Termómetros. Viscosímetros.	Equipamiento	
Equipos vaso abierto y vaso cerrado. Equipo Conradson.	Equipamiento	

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura está diseñada para la evaluación continua, desarrollándose en el aula numerosas actividades de aplicación de los contenidos del programa. A lo largo del curso se realizarán trabajos colaborativos, ejercicios, cuestionarios en Moodle, pruebas de aplicación y evaluación. No se recomienda la Evaluación sólo por prueba final debido al carácter técnico de la asignatura.

Esta asignatura se relaciona con el ODS4, ODS7, ODS8, ODS9, ODS11, ODS12 y ODS13. Su relación con la asignatura se detalla en la siguiente tabla:

ODS	Enunciado	Meta	Descripción	Relación con la termodinámica
4	Educación de calidad	4.3	Asegurar el acceso igualitario de todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria	Formación técnica superior universitaria
7	Energía asequible y no contaminante	7.a	Facilitar el acceso a la investigación y la tecnología relativas a la energía limpia, incluidas las fuentes renovables, la eficiencia energética y	Combustibles renovables

			las tecnologías avanzadas y menos contaminantes de combustibles fósiles	
8	Trabajo decente y crecimiento energético	8.2	Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación	Conocimiento básico de procesos y avances tecnológicos
9	Industria, innovación e infraestructuras	9.4	Modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales	Búsqueda continua de mejoras en el rendimiento de máquinas y procesos
11	Ciudades y comunidades sostenibles	11.2	Proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos	Tecnologías de propulsión
12	Producción y consumo responsables	12.2	Lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales	Fundamento de los recursos naturales y su agotamiento
13	Acción por el clima	13.3	Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto	Impacto ambiental de los combustibles

			de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana	
--	--	--	--	--