PROGRAMACIÓN DIDÁCTICA DEL MÓDULO: 5066 ESTRUCTURAS ALIGERADAS Y OPTIMIZACIÓN TOPOLÓGICA

C.I.F.P. Tecnológico Industrial.

Departamento de FME

Curso escolar 2026/2027

Módulo: ESTRUCTURAS ALIGERADAS Y OPTIMIZACIÓN TOPOLÓGICA

Módulo: ESTRUCTURAS ALIGERADAS Y OPTIMIZACIÓN TOPOLÓGICA

Contenido

1 Competencias profesionales asociadas 1
2 Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación asociados . 1
2.1 Porcentaje de dualización de todos los RA 3
3 Contenidos..... 3
4 Secuenciación y temporalización de las UT..... 5
5 Metodología didáctica 5
6 Procedimientos de evaluación 7
6.1 Actuaciones que se llevarán a cabo para evaluar y calificar los RA 7
6.2 Actividades de recuperación 13
6.2.1 Alumnado suspenso en evaluación continua.....14
6.2.2 Procedimiento a seguir ante la imposibilidad de aplicar la evaluación continua 14
6.2.3 Actividades de recuperación para alumnado con el módulo pendiente.....15
6.3 Criterios de calificación del módulo 15
6.3.1 Criterios de calificación de las evaluaciones parciales 15
6.3.2 Criterios de calificación de las evaluaciones finales 16
6.3.3 Criterios de calificación para el alumnado con imposibilidad de aplicación de evaluación continua 16
6.3.4 Criterios de calificación para el alumnado con el módulo pendiente.....16
7 Materiales y recursos didácticos 16
7.1 Bibliografía del módulo 17
8 Aspectos curriculares TIC 17
9 Procedimiento de evaluación del proceso de enseñanza y práctica docente 18

1 Competencias profesionales asociadas

Las competencias profesionales asociadas a este módulo son:

a), b), d), g), h), k), l), m), n), ñ) y o) del curso de especialización

2 Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación asociados

La formación del módulo profesional contribuye a alcanzar los siguientes objetivos, expresados en términos de resultados de aprendizaje:

RA1	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
Relaciona objetos fabricados mediante impresión 3D analizando su estructura y funciones.	a) Se han identificado las principales funciones de una estructura. b) Se han relacionado los esfuerzos estructurales simples y combinados que actúan sobre una estructura. c) Se han establecido las propiedades mecánicas de los materiales más habituales, empleados en fabricación aditiva. d) Se ha definido el comportamiento anisotrópico de objetos modelados mediante técnicas de impresión 3D. e) Se ha determinado el posicionamiento de piezas durante el proceso de fabricación. f) Se ha previsto el comportamiento estructural de los objetos impresos mediante modelado por deposición fundida.
RA2	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
Calcula la resistencia de objetos fabricados mediante impresiones 3D realizando ensayos físicos.	a) Se han definido los procesos de control de calidad ligados a la fabricación aditiva. b) Se han aplicado los estándares europeos en los procedimientos de ensayo. c) Se han identificado las máquinas habituales para la realización de ensayos físicos. d) Se han analizado las principales normas españolas UNE-EN en relación a la fabricación aditiva.

	e) Se han realizado ensayos físicos (tracción, compresión y absorción de humedad) con probetas de diferentes materiales.
RA3	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
Genera diferentes tipologías de estructuras aligeradas mediante impresión 3D utilizando softwares específicos.	a) Se han identificado las diferentes tipologías de estructuras aligeradas. b) Se han seleccionado programas propietarios o de código abierto para la transformación de modelos STL en estructura aligerada. c) Se han generado piezas con estructura aligerada. d) Se han generado piezas con diferentes tipologías de rellenos atendiendo a la funcionalidad de la pieza impresa. e) Se ha calculado el tiempo de impresión. f) Se ha reconocido el uso de los materiales a utilizar.
RA4	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
Define el proceso de topologización estructural relacionándolo con la fabricación aditiva.	a) Se ha definido el concepto de topologización estructural. b) Se ha relacionado la creación de estructuras complejas con la topologización estructural. c) Se han identificado los sectores industriales en los que la topologización estructural es un elemento importante del diseño. d) Se han valorado casos reales de topologización estructural. e) Se han planificado los pasos necesarios para transformar un diseño preexistente en un diseño topologizado. f) Se han identificado las mejoras y ahorros derivados de la transformación de un diseño preexistente mediante topologización. g) Se han generado piezas impresas estándar y su versión topologizada. h) Se ha calculado la variación del peso y el comportamiento estructural de las piezas topologizadas.

	i) Se ha tenido en cuenta en el diseño criterios de calidad, seguridad y medioambiente.

2.1 Porcentaje de dualización de todos los RA

RESULTADOS DE APRENDIZAJE	% DESARROLLO EN EMPRESA	% DESARROLLO EN EL CENTRO
RA1	%	100 %
RA2	%	100 %
RA3	%	100 %
RA4	%	100 %

3 Contenidos

La organización propuesta distribuye los aprendizajes en 4 Unidades de Trabajo, buscando una relación directa entre cada UT, los resultados de aprendizaje y los criterios de evaluación asociados.

UT1. Defición del concepto de estructura y sus funciones

RA/CE
RA1.a, b, c, h

Contenidos:

- Funciones de las estructuras.
- Esfuerzos sobre estructuras: simples y combinados.
- Propiedades mecánicas de materiales en fabricación aditiva.
- Comportamiento anisotrópico de objetos impresos.
- Comportamiento estructural de objetos impresos.
- Posicionamiento de piezas en el proceso de fabricación aditiva.

UT2. Caracterización de los ensayos físicos en Fabricación Aditiva

RA/CE
RA1.d, e, f, g

Contenidos:

– Control de calidad en la fabricación aditiva.

– Normativa de ensayos: Estándar europeo.

– Normas UNE-EN relacionadas con la fabricación aditiva.

– Laboratorio de ensayos en fabricación aditiva. Maquinaria para la realización de ensayos.

– Probetas modeladas por deposición fundida en diferentes materiales: PLA, ABS, nailon, entre otros.

– Ensayos comparativos: tracción, compresión y absorción de humedad.

– Otros ensayos físicos.

UT3. Identificación de las tipologías de estructuras aligeradas en Fabricación Aditiva

RA/CE
RA3/a, b, c, d, e, f.

Contenidos:

– Principales tipologías de estructuras aligeradas: lattice, t-grid, iso-grid, giroides, fractales, entre otros.

– Software para la creación de estructuras aligeradas: o Software de diseño 3D generativo.

– Piezas con estructura aligerada.

– Tipologías de relleno.

UT4. **Determinación de la topologización estructural en la fabricación aditiva.**

RA/CE
RA4/ a, b, c, d, e, f, g, h, i

Contenidos:

– Topologización estructural.

– Topologización y estructuras complejas.

– Topologización estructural en los diferentes sectores productivos.

– Topologización y reducción de costes en el proceso productivo.

– Topologización y comportamiento estructural de las piezas.

– Diferencias entre las piezas estándar y las topologizadas.

– Software para topologización estructural: o Software de diseño 3D generativo.

Añadir todas las UT que sean necesarias con la misma estructura.

4 Secuenciación y temporalización de las UT

La distribución temporal de los contenidos enunciados anteriormente se muestra en la siguiente tabla.

Debido a la temporalización establecida para las evaluaciones en el curso 26-27, la distribución de días festivos, y que parte de los contenidos serán impartidos en la empresa, aunque las horas establecidas en currículo para el módulo son 45 horas, en el centro solo podrán impartirse 54 horas. Se muestra en la tabla a continuación la temporalización de estas horas:

CONTENIDOS	DURACIÓN REAL	EVALUACIÓN
UT 1:	14 h	Evaluación única
UT 2:	14 h	
UT 3:	14 h	
UT 4:	12 h	
TOTAL	54 h	

5 Metodología didáctica

Este módulo profesional contiene la formación necesaria para desempeñar las funciones de diseño de estructuras aligeradas e identificar

los procesos de fonologización estructural y su aplicación en elementos impresos con función resistente.

La función de diseño de estructuras aligeradas incluye aspectos como:

- Identificación del funcionamiento de las estructuras, de los esfuerzos que actúan sobre ellas, y de las propiedades mecánicas de los materiales de impresión 3D con los que se fabrican.
- Identificación del comportamiento anisotrópico de objetos producidos por fabricación aditiva.
- Valoración de los resultados de impresión 3D, a través de ensayos físicos específicos.
- Determinación de las tipologías de estructuras aligeradas.

La función de identificación del funcionamiento de los procesos de topologización estructural y su aplicación en elementos impresos con función resistente, incluye aspectos como:

- Determinación de los principios que rigen un proceso de topologización estructural.
- Desarrollo de elementos topologizados, así como sus originales, para establecer un marco comparativo.
- Evaluación de las mejoras que aporta la topologización estructural, así como sus aplicaciones.
- Determinación de las condiciones de calidad, seguridad y medioambiente a tener en cuenta en el proceso de diseño.

Las actividades profesionales asociadas a estas funciones se aplican en:

- La determinación de estructuras aligeradas en la fabricación aditiva.
- El asesoramiento en materia de diseño y producción de estructuras aligeradas y de topologización estructural.
- La generación de elementos aligerados mediante estructuras complejas.
- La generación de elementos topologizados.

La metodología será flexible, combinándose la clase magistral y ejercicios de dificultad creciente para el desarrollo de los contenidos, así como actividades de presentación-motivación. También se utilizarán metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos (ABP).

La formación del módulo contribuye a alcanzar los objetivos generales a), b), d), g), h), j), k), l), m), n) y ñ)

) y las competencias profesionales, personales y sociales generales a), b), d), g), h), k), l), m), n), ñ) y o) del curso de especialización.

Las líneas de actuación en el proceso de enseñanza aprendizaje que permiten alcanzar los objetivos del módulo versarán sobre:

- El análisis del funcionamiento de las estructuras, de los esfuerzos que actúan sobre ellas y de la capacidad de los materiales para oponerse a las deformaciones.
- La determinación del funcionamiento de estructuras, esfuerzos y materiales permite profundizar en el análisis del comportamiento anisotrópico de muchos elementos producidos mediante fabricación aditiva.
- La caracterización de diseño de estructuras aligeradas y su incidencia en los procesos de fabricación aditiva.
- La determinación de los procesos y fases de topologización.

6 Procedimientos de evaluación

6.1 Actuaciones que se llevarán a cabo para evaluar y calificar los RA

TRABAJOS ELABORADOS POR LOS ALUMNOS: 55 puntos

Realización de los ejercicios prácticos.

Calidad en la ejecución y en los resultados de los ejercicios prácticos.

Aspectos generales: completos, bien estructurados, plazo de entrega y limpios.

Calidad en la expresión gráfica y escrita.

Planificación, investigación y diseño de las tareas.

Originalidad.

Ejecución de las tareas asignadas.

Funcionamiento y calidad del producto fabricado.

Manejo de documentación técnica.

Memoria de las actividades realizadas.

PRUEBAS Y EJERCICIOS ESCRITOS: 45 puntos

Pruebas y/o ejercicios escritos sobre los conocimientos impartidos y las actividades realizadas.

Instrumentos de evaluación:

Para la evaluación de los RAs se utilizarán un conjunto de instrumentos de evaluación, seleccionando para cada criterio de evaluación aquel que permita obtener una evidencia adecuada del desempeño del alumnado.

Instrumentos de calificación:

Para la obtención de la calificación se utilizarán los siguientes instrumentos de calificación:

Instrumento 1: Tareas de evaluación (55% de la calificación trimestral). Valora la elaboración y entrega siguiendo las oportunas especificaciones de tareas de evaluación a través de la plataforma teams publicadas con las instrucciones, recursos y fechas de entrega. La evaluación se realiza mediante rúbricas, cuya finalidad es comprobar la adquisición de los RA y CE del módulo.

· Instrumento 3: Examen escrito (45% de la calificación trimestral). Valora la resolución de forma presencial de pruebas escritas tipo cuestionarios tipo test, preguntas de respuesta corta y de desarrollo y/o prácticas de diseño con programas informáticos. De igual manera que en el caso anterior, la evaluación se realizará mediante criterios objetivos, así como con la utilización de rúbrica.

Calificación de los RA:

La calificación de cada RA se obtendrá con estos instrumentos de evaluación, y los pesos indicados en la siguiente tabla:

RESULTADOS DE APRENDIZAJE Y/O CRITERIOS DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTOS DE CALIFICACIÓN	
	Tareas de evaluación	Exámenes escritos
RA 1: 25%	13,75 %	11,25 %
RA 2: 25%	13,75 %	11,25 %
RA 3: 25%	13,75 %	11,25 %
RA 4: 25%	13,75 %	11,25 %

RA	Peso RA en módulo	CE	Criterio (resumen literal)	Peso CE en RA	Peso CE en módulo
RA1	25 %	RA1.a	Se han identificado las principales funciones de una estructura.	20 %	5,00 %
		RA1.b	Se han relacionado los esfuerzos estructurales simples y combinados que actúan sobre una estructura.	20 %	5,00 %
		RA1.c	Se han establecido las propiedades mecánicas de los materiales más habituales, empleados en fabricación aditiva.	15 %	3,75 %
		RA1.d	Se ha definido el comportamiento anisotrópico de objetos modelados mediante técnicas de impresión 3D.	15 %	3,75 %
		RA1.e	Se ha determinado el posicionamiento de piezas durante el proceso de fabricación.	15 %	3,75 %

RA	Peso RA en módulo	CE	Criterio (resumen literal)	Peso CE en RA	Peso CE en módulo
		RA1.f	Se ha previsto el comportamiento estructural de los objetos impresos mediante modelado por deposición fundida.	15 %	3,75 %
RA2	25 %	RA2.a	Se han definido los procesos de control de calidad ligados a la fabricación aditiva.	20 %	5,00 %
		RA2.b	Se han aplicado los estándares europeos en los procedimientos de ensayo.	20 %	5,00 %
		RA2.c	Se han identificado las máquinas habituales para la realización de ensayos físicos.	20 %	5,00 %
		RA2.d	Se han analizado las principales normas españolas UNE-EN en relación a la fabricación aditiva.	20 %	5,00 %
		RA2.e	Se han realizado ensayos físicos (tracción, compresión y absorción de	20 %	5,00 %

RA	Peso RA en módulo	CE	Criterio (resumen literal)	Peso CE en RA	Peso CE en módulo
			humedad) con probetas de diferentes materiales.		
RA 3	25 %	RA 3. a	Se han identificado las diferentes tipologías de estructuras aligeradas.	20 %	5,00 %
		RA 3. b	Se han seleccionado programas propietarios o de código abierto para la transformación de modelos STL en estructura aligerada.	20 %	5,00 %
		RA 3. c	Se han generado piezas con estructura aligerada.	15 %	3,75 %
		RA 3. d	Se han generado piezas con diferentes tipologías de rellenos atendiendo a la funcionalidad de la pieza impresa.	15 %	3,75 %
		RA 3. e	Se ha calculado el tiempo de impresión.	15 %	3,75 %

RA	Peso RA en módulo	CE	Criterio (resumen literal)	Peso CE en RA	Peso CE en módulo
		RA 3. f	Se ha reconocido el uso de los materiales a utilizar.	15 %	3,75 %
RA 4	25 %	RA 4. a	Se ha definido el concepto de topologización estructural.	10 %	2,5 %
		RA 4. b	Se ha relacionado la creación de estructuras complejas con la topologización estructural.	10 %	2,5 %
		RA 4. c	Se han identificado los sectores industriales en los que la topologización estructural es un elemento importante del diseño.	10 %	2,5 %
		RA 4. d	Se han valorado casos reales de topologización estructural.	10 %	2,5 %
		RA 4. e	Se han planificado los pasos necesarios para transformar un diseño preexistente en un diseño topologizado.	10 %	2,5 %

RA	Peso RA en módulo	CE	Criterio (resumen literal)	Peso CE en RA	Peso CE en módulo
		RA 4. f	Se han identificado las mejoras y ahorros derivados de la transformación de un diseño preexistente mediante topologización.	10 %	2,5 %
		RA 4. g	Se han generado piezas impresas estándar y su versión topologizada.	20 %	4,00 %
		RA 4. h	Se ha calculado la variación del peso y el comportamiento estructural de las piezas topologizadas.	10 %	2,5 %
		RA 4. i	Se ha tenido en cuenta en el diseño criterios de calidad, seguridad y medioambiente.	10 %	2,5 %

6.2 Actividades de recuperación

Conforme a lo dispuesto en el punto 3 del art. 17 de la ORDEN EDU/1575/2024, de 23 de diciembre, por la que se regula el proceso de evaluación del alumnado que curse enseñanzas de grados D y E del sistema de formación profesional en la Comunidad de Castilla y León, deberá comunicarse al tutor del grupo las medidas de recuperación, apoyo e intervención educativas acordadas, para que este las transmita al alumnado concernido.

Los alumnos que, una vez aplicados los criterios de calificación, no superen el módulo en evaluación continua, así como aquellos a los que les haya sido imposible su aplicación, deberán realizar, en cada una de las dos convocatorias anuales del módulo profesional, el sistema de recuperación establecido en los apartados siguientes. El cálculo de la nota final será de acuerdo con el porcentaje establecido en esta programación para cada uno de los resultados de aprendizaje.

Todos los RA que estén aprobados en su totalidad durante el curso no serán susceptibles de recuperación, sólo se recuperarán aquellos no superados o superados parcialmente.

6.2.1 Alumnado suspenso en evaluación continua

Los alumnos que no superen los resultados de aprendizaje en la evaluación continua irán a la Primera Evaluación Final que consistirá en recuperar los RA no superados de la siguiente manera:

RESULTADO DE APRENDIZAJE NO SUPERADOS	**SISTEMA DE RECUPERACIÓN**
RA1	100 % TAREA INTEGRAL QUE LE DARÁ ACCESO AL EXAMEN 100% Prueba teórica y práctica
RA2	
RA3	
RA4	

6.2.2 Procedimiento a seguir ante la imposibilidad de aplicar la evaluación continua

Se indica a continuación el número de horas de faltas no justificadas y los trabajos no realizados que provocará la imposibilidad de aplicación de evaluación continua del presente módulo:

a. Máximo número de faltas no justificadas.

Los alumnos con faltas de asistencia a clase injustificadas superiores al 10% de las horas curriculares correspondientes al módulo, es decir 6 horas lectivas.

a. Actividades no realizadas:
   2 prácticas por cada RA

b. Sistema de recuperación:

El sistema de recuperación para el alumnado que se encuentre en esta situación será el siguiente:

RESULTADO DE APRENDIZAJE	SISTEMA DE RECUPERACIÓN
RA1	100 % TAREA INTEGRAL QUE LE DARÁ ACCESO AL EXAMEN 100% PRUEBA TEÓRICA Y PRÁCTICA
RA2	
RA3	
RA4	

6.2.3 Actividades de recuperación para alumnado con el módulo pendiente

6.3 Criterios de calificación del módulo

El cálculo de la nota final del módulo se realizará en función del peso establecido en esta programación para cada uno de los resultados de aprendizaje.

	RA1	RA2	RA3	RA4	TOTAL
PESO RA	25%	25%	25%	25%	100%

El módulo se considerará aprobado siempre que la calificación así obtenida sea igual o superior a 5 puntos.

El redondeo a aplicar será el siguiente: Las calificaciones se expresarán en números enteros.
Para su obtención, los valores decimales se redondearán al número entero más próximo; si la parte decimal es igual o superior a 0,5, se redondeará al alza.

6.3.1 Criterios de calificación de las evaluaciones parciales

Para obtener la calificación en cada una de las evaluaciones parciales, se prorrateará en función de las tablas del apartado 6.1 teniendo en cuenta solamente los RA evaluados total o parcialmente hasta dicha fecha.

El redondeo a aplicar será el siguiente: aritmética estándar

6.3.2 Criterios de calificación de las evaluaciones finales

Primera evaluación final:

El cálculo de la nota final se realizará en función del peso establecido en esta programación para cada uno de los resultados de aprendizaje según la tabla del apartado 6.3.

El redondeo a aplicar será el siguiente: aritmética estándar

Segunda evaluación final:

El cálculo de la nota final se realizará en función del peso establecido en esta programación para cada uno de los resultados de aprendizaje según la tabla del apartado 6.3.

El redondeo a aplicar será el siguiente: aritmética estándar

6.3.3 Criterios de calificación para el alumnado con imposibilidad de aplicación de evaluación continua

El cálculo de la nota final se realizará en función del peso establecido en esta programación para cada uno de los resultados de aprendizaje según la tabla del apartado 6.3.

El redondeo a aplicar será el siguiente: aritmética estándar

6.3.4 Criterios de calificación para el alumnado con el módulo pendiente

El cálculo de la nota final se realizará en función del peso establecido en esta programación para cada uno de los resultados de aprendizaje según la tabla del apartado 6.3.

El redondeo a aplicar será el siguiente: aritmética estándar

7 Materiales y recursos didácticos

Como materiales didácticos para desarrollar el módulo se dispondrá de:

Apuntes del profesor.

Normas ISO y UNE relacionadas.

Catálogos y manuales de máquinas.

Plataforma Educativa Teams

Como recursos didácticos se podrán utilizar:

Pizarra.

Proyector de video (cañón).

Máquinas de taller de Fabricación Mecánica.

Ordenadores con conexión a Internet y equipados con el siguiente software: Microsoft Office 365, CAD Solid Edge, Automation Studio, gestión de mantenimiento (GMAO), etc.

7.1 Bibliografía del módulo

Topology Optimization: Theory, Methods, and Applications (M. P. Bendsøe & O. Sigmund)

8 Aspectos curriculares TIC

A continuación, se muestran los aspectos curriculares TIC que se asumen en este módulo, en concordancia con el Anexo I de la presente programación del ciclo.

Objetivos/Contenidos/Criterios de evaluación (códigos Anexo I)
C1, C2, C3, E1, E2, E3, E5, E6, E7, FX, GX, IX se muestran a continuación los que se aplican a este módulo
Actividades que se proponen para que el alumno alcance las competencias TIC: (indicar las que se ajusten al módulo) Utilizar un programa de tratamiento de textos para presentar las actividades. Utilizar un programa de presentación para exponer trabajos (Power Point o similar). Utilizar un programa de hoja de cálculo para presentar las actividades (Excel). Utilizar un programa de edición de imágenes y fotografías para la presentación de trabajos. Utilizar un buscador web para recabar información referente a las actividades propuestas.

9 Procedimiento de evaluación del proceso de enseñanza y práctica docente

La práctica docente se evaluará mediante la realización de las encuestas de satisfacción del alumnado que se pasarán antes de finalizar el curso, y cuyos resultados se reenvían a cada profesor implicado para su valoración.

León, 18 de OCTUBRE de 2026

Fdo.: Ana María Rodríguez Colino