



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Arquitectura

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

33000748 - Fundamentos Del Diseño Geométrico Asistido Por Ord

PLAN DE ESTUDIOS

03AM - Master Universitario En Arquitectura

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - 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.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	7
8. Recursos didácticos.....	9
9. Otra información.....	11

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	33000748 - Fundamentos del Diseño Geométrico Asistido por Ord
No de créditos	4 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Primer curso
Semestre	Primer semestre Segundo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	03AM - Master Universitario en Arquitectura
Centro responsable de la titulación	03 - E.T.S. De Arquitectura
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
M. Esther Patiño Rodriguez (Coordinador/a)		ester.patino@upm.es	Sin horario. Sin determinar. Se concretarán por correo electrónico

* 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

El plan de estudios Master Universitario en Arquitectura no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Se recomienda tener conocimientos previos de Grasshopper

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE68 - Aptitud para la concepción, la práctica y desarrollo de proyectos básicos y de ejecución, croquis y anteproyectos.

CT3 - Capacidad para adoptar soluciones creativas que satisfagan adecuadamente las diferentes necesidades planteadas.

CT4 - Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo.

RD10 - 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

RD6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

RD7 - 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

RD9 - 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

4.2. Resultados del aprendizaje

RA7 - Conocimiento del funcionamiento de las estructuras de membrana

RA11 - Diseño y cálculo de patrones para la confección de soluciones textiles en arquitectura

RA48 - Capacidad para elaborar modelos matemáticos aplicados a la arquitectura

RA10 - Uso de programas de ordenador específicos para el diseño y cálculo de soluciones textiles para la arquitectura

RA274 - Utilización de la bibliografía y análisis de la documentación encontrada para extraer información relevante para su estudio por cualquiera de los medios disponibles en la actualidad

RA108 - Diseño paramétrico. Aplicaciones. Optimización. Programación. Python, C#

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La búsqueda de forma, denominada form finding, es una parte esencial del proceso de diseño de obras arquitectónicas cuando se quieren utilizar formas libres (free forms), evitando formas poliédricas. Ejemplos pioneros de búsqueda de forma de estructuras, en las que la gravedad determina la forma, son las maquetas de cadenas colgantes del arquitecto catalán Antoni Gaudí (1852-1926) y las membranas colgantes del ingeniero civil suizo Heinz Isler (1926-2009). Actualmente las herramientas de diseño a partir de formas libres están implementadas en software de diseño asistido por ordenador (CAD) y utilizan curvas y superficies NURBS.

En este curso definiremos los elementos geométricos, curvas y superficies, así como sus propiedades, para poder modelizar obras de forma libre de arquitectos líderes en el diseño digital como, por ejemplo: Zaha Hadid, Foster and Partners, John Pickering, Gehry and Partners, Toyo Ito. Se trabajará con Grasshopper, "plug-in" de Rhinoceros 3D para el diseño de superficies de formas libres y con el software Kangaroo para la búsqueda de formas en equilibrio y la simulación de estructuras tensadas. Además introduciremos GhPython para resolver

cuestiones que requieran esta herramienta de programación.

5.2. Temario de la asignatura

1. Curvas

- 1.1. Curvas en Grasshopper. Curvas de Bézier
- 1.2. Curvas en Grasshopper. Curvas NURBS
- 1.3. Introducción a Python. Curvas fractales
- 1.4. Curvatura. Conexión de curvas y continuidad geométrica

2. Superficies

- 2.1. Superficies en Grasshopper.
- 2.2. Análisis de superficies. Panelización de cubiertas.
- 2.3. Superficies NURBS
- 2.4. Superficies minimales

3. Búsqueda de equilibrio

- 3.1. Estudio de cargas y tensiones en redes de cables
- 3.2. Ecuaciones de equilibrio de una estructura tensada
- 3.3. Modelización de estructuras tensadas con Kangaroo
- 3.4. Corte de patrones. Geodésicas.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1		<p>1.1 Curvas en Grasshopper. Curvas de Bézier Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>1.2 Curvas en Grasshopper. Curvas NURBS Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
2		<p>1.3 Introducción a Gh Python. Curvas fractales. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>1.4 Curvatura. Conexión de curvas, continuidad geométrica Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Práctica evaluable intermedia 1. Curvas NURBS y conexión de curvas TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
3		<p>2.1 Superficies en Grasshopper. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>2.2 Análisis de superficies. Panelización de cubiertas. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
4		<p>2.3 Superficies NURBS Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>2.3 Superficies NURBS Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Entrega individual 1: Modelización de formas libres. TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 00:00</p>
5		<p>2.4 Superficies minimales Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>3.1 Estudio de cargas y tensiones en redes de cables Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de</p>		

		Laboratorio	
6		<p>3.2 Ecuaciones de equilibrio de una estructura tensada Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>3.3 Modelización de estructuras tensadas con Kangaroo_1 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	
7		<p>3.4. Métodos de resolución de las ecuaciones de equilibrio de estructuras tensadas Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>3.5 Modelización de estructuras tensadas con Kangaroo_2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Práctica evaluable intermedia 2. Modelización de los toldos de la ETSAM TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
8		<p>3.6 Corte de patrones. Geodésicas Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>Exposición de un artículo de investigación. Duración: 02:00 AIV: Aula invertida</p>	<p>Resumen de un artículo de investigación. Exposición del resumen en clase PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
9		<p>Exposiciones de trabajos finales. Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> <p>Exposiciones de trabajos finales. Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	<p>Entrega y exposición 2: Modelización de formas en equilibrio. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			<p>Entrega del resumen de un artículo de investigación. Prueba teórico-práctica de formas libres y formas de equilibrio. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global No presencial Duración: 02:00</p>

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
2	Práctica evaluable intermedia 1. Curvas NURBS y conexión de curvas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	5%	/ 10	CE68 RD10 CT3 CT4
4	Entrega individual 1: Modelización de formas libres.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	30%	5 / 10	CT3 CT4 CE68 RD6
7	Práctica evaluable intermedia 2. Modelización de los toldos de la ETSAM	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	5%	/ 10	CE68 RD10 CT3 CT4
8	Resumen de un artículo de investigación. Exposición del resumen en clase	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:00	20%	5 / 10	RD9
9	Entrega y exposición 2: Modelización de formas en equilibrio.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	40%	5 / 10	CT3 CT4 CE68 RD9

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Entrega del resumen de un artículo de investigación. Prueba teórico-práctica de formas libres y formas de equilibrio.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	02:00	100%	5 / 10	

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Entrega del resumen de un artículo de investigación. Prueba teórico-práctica de formas libres y formas de equilibrio.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	100%	5 / 10	CT3 CE68 RD9 RD10 RD6 RD7

7.2. Criterios de evaluación

Se evaluarán y valorarán los siguientes aspectos:

- El manejo del software Grasshopper, GhPython y Kangaroo como herramientas de modelización arquitectónica.
- La organización y comentarios de los ficheros de Grasshopper entregados.
- Las soluciones a los problemas geométricos surgidos durante el desarrollo de los proyectos de modelización.
- El uso del diseño paramétrico en las entregas.
- La elaboración del póster resumen con los resultados de la modelización.
- La calidad de las presentaciones. La capacidad de comunicación de los conocimientos, razonamientos y conclusiones de las entregas realizadas por el alumno.
- Las referencias utilizadas sin incurrir en fraude académico.

Esta asignatura sigue una Evaluación Progresiva. La prueba de evaluación global es sólo para aquellos estudiantes que no superen la evaluación progresiva o para aquellos estudiantes que no asistan regularmente a clase o que incurran en fraude académico en alguna de las entregas.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Grasshopper	Equipamiento	Plug-in de Rhinoceros 3D
Kangaroo	Equipamiento	software
Architectural Geometry	Bibliografía	Autores: H. Pottmann, A. Asperl, M. Hofer and A. Kilian. Editorial: Bentley Institute Press (2007).
A. Tedeschi, AAD_Algorithms-aided design, Le penseur publisher, 2014.	Bibliografía	Libro de consulta.
Rajaa Issa, Essential Algorithms and Data Structures for Computational Design	Bibliografía	Robert McNeel & Associates, 2020. https://www.food4rhino.com/en/resource/essential-algorithms-and-data-structuresgrasshopper?lang=es
Rajaa Issa. Essential Mathematics for Computational Design.	Bibliografía	Third edition, Robert McNeel & Associates, 2013. https://www.food4rhino.com/en/resource/essential-mathematics-computationaldesign
Cuadernillos Juan de Herrera	Bibliografía	Autora: Sonia L. Rueda Titulo: Formas libres (I) Curvas NURBS

Cuadernillo Juan de Herrera	Bibliografía	Autora: Sonia L. Rueda Titulo: Formas libres (II) Superficies NURBS
Sigrid Adriaenssens (ed): Shell structures for architecture : form finding and optimization. London Routledge, 2014.	Bibliografía	Libro de consulta.
Tension structures. Form and behaviour. Thomas Telford Publishing 2003	Bibliografía	Lewis, W.J.
Advances in architectural Geometry 2010, Springer-Verlag. Viena, 2010.	Bibliografía	Ceccato, Hesselgren, Pauly, Pottmann, Wallner (Eds).
Advances in architectural Geometry 2012, Springer-Verlag. Viena, 2012.	Bibliografía	Ceccato, Hesselgren, Pauly, Pottmann, Wallner (Eds).
Advances in architectural Geometry 2014, Springer-Verlag, Viena 2014.	Bibliografía	Ceccato, Hesselgren, Pauly, Pottmann, Wallner (Eds).
Advances in architectural Geometry 2016, Springer-Verlag, Viena 2016.	Bibliografía	Ceccato, Hesselgren, Pauly, Pottmann, Wallner (Eds).
Stresses in Shells	Bibliografía	Autor: W. Flügge, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg 1960.
Panelización de superficies de forma libre en arquitectura: de la idea a su construcción	Bibliografía	Barreiro Barba, Álvaro. Trabajo Fin de Grado. http://oa.upm.es/49797/
Análisis de superficies plegadas en la arquitectura. Parametrización y desarrollo.	Bibliografía	Parajó Cenamor, Carlos. Trabajo Fin de Grado. UPM, 2020. http://oa.upm.es/58068/
Timber gridshells, optimización por medio del uso de curvas geodésicas	Bibliografía	Bravo Álvarez, Ángel. Trabajo Fin de Grado. UPM, 2019. http://oa.upm.es/55940/
Arquitectura fractal: Optimización topológica.	Bibliografía	Martínez Villarroya, Daniel. Trabajo Fin de Grado. UPM, 2019. http://oa.upm.es/55874/
Porosidad y superficies mínimas: aplicación a la fabricación digital	Bibliografía	Pol Segura, Jorge. Trabajo Fin de Grado. UPM, 2021. http://oa.upm.es/66781/

Análisis matemático para modelización de estructuras tensadas	Bibliografía	Caroli Machado Rebouças. TFM. UPM, 2014. https://dma.aq.upm.es/tfms.php
---	--------------	---

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

La comunicación vía e-mail se realizará a través de los correos institucionales @alumnos.upm.es.

Es imprescindible la consulta frecuente a la plataforma Moodle de la asignatura donde se actualizará cualquier información común sobre la misma. Se publicará en Moodle el horario de tutorías.

La asignatura se relaciona con el ODS4.

La planificación de la asignatura puede sufrir ligeras modificaciones durante el curso, tanto en su contenido como en el cronograma descrito.