



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S.I en Topografía, Geodesia  
y Cartografía

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**125000420 - Cartografía Matemática**

### PLAN DE ESTUDIOS

12TG - Grado en Ingeniería de las Tecnologías de la Información Geoespacial

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - 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

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	125000420 - Cartografía Matemática
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Cuarto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	12TG - Grado en Ingeniería de las Tecnologías de la Información Geoespacial
<b>Centro responsable de la titulación</b>	12 - E.T.S.I en Topografía, Geodesia y Cartografía
<b>Curso académico</b>	2019-20

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Alejandra Staller Vazquez	322c	a.staller@upm.es	L - 12:30 - 14:30 X - 10:30 - 14:30
Jesus Velasco Gomez (Coordinador/a)	040/437B	jesus.velasco@upm.es	L - 10:30 - 12:30 M - 15:30 - 17:30 X - 10:30 - 12:30

\* 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

- Calculo I
- Algebra Y Geometria
- Calculo Ii
- Geodesia

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

El plan de estudios Grado en Ingeniería de las Tecnologías de la Información Geoespacial no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CRG07 - Conocimientos de cartografía matemática

CT01 - COMUNICACIÓN ORAL Y ESCRITA Capacidad para transmitir conocimientos y expresar ideas y argumentos de manera clara, rigurosa y convincente, tanto de forma oral como escrita, utilizando los recursos gráficos y los medios necesarios adecuadamente y adaptándose a las características de la situación y de la audiencia.

CT02 - USO DE LAS TIC Capacidad sobre conocimientos tecnológicos que permitan desenvolverse cómodamente y así afrontar los retos que la sociedad le va a imponer en su quehacer profesional en permanente autoformación

CT05 - ORGANIZACIÓN Y PLANIFICACIÓN Capacidad de definir el curso de acción y los procedimientos requeridos para alcanzar los objetivos y metas, estableciendo lo que hay que hacer para llegar al estado final deseado.

CT09 - RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Desarrollar en los alumnos una actitud mental mediante la aplicación de procedimientos estructurados de resolución de problemas que promueva su capacidad de aprender, comprender y aplicar conocimientos de forma autónoma

CT10 - ANÁLISIS Y SÍNTESIS Capacidad de reconocer y describir los elementos constitutivos de una realidad y proceder a organizar la información significativa según criterios preestablecidos adecuados a un propósito.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA98 - Conocer y aplicar las distintas proyecciones cartográficas usadas en el ámbito de la Geomática, con especial énfasis en la proyección Universal Transversa de Mercator (UTM). // Cartografía matemática

RA96 - Conocer y aplicar las técnicas matemáticas de proyección del elipsoide en el plano

RA97 - Conocer y determinar las deformaciones producidas al pasar del elipsoide al plano de la proyección

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La Cartografía Matemática es la parte de la cartografía que se ocupa del estudio y operaciones matemáticas que intervienen en la elaboración de un mapa aplicado especialmente a las proyecciones cartográficas.

En esta asignatura se tratará el estudio de las proyecciones cartográficas; conformes, equivalentes y equidistantes, en sus diferentes clases; desarrollos cilíndricos, cónicos y proyecciones planas y acimutales.

En todos ellos se estudiarán las expresiones de cada proyección para pasar del elipsoide al plano y del plano al elipsoide, deformaciones tanto angulares, lineales como superficiales, la representación de paralelos y meridianos en la carta, así como las principales propiedades, características y sus principales aplicaciones.

Se estudiarán con mayor profundidad las proyecciones isométricas y conformes, dado que son las proyecciones más usadas en el ámbito de la Geomática, como son la proyección de Mercator, Lambert, estereográfica y UTM.

En el caso de la proyección UTM (proyección oficial en nuestro país) se estudiará con detalle, desarrollando prácticas de cálculo sobre esta proyección.

## 5.2. Temario de la asignatura

### 1. TEORÍA GENERAL DE DEFORMACIONES

#### 1.1. Relación plano-superficie de referencia

1.1.1. Cálculo de elementos diferenciales sobre el elipsoide y sus correspondientes sobre el plano

1.1.2. Módulos de deformación lineal, angular y superficial

1.2. Teoría de deformaciones. Elipse Indicatriz de Tissot.

### 2. CONDICIONES DE CONFORMIDAD

2.1. Condiciones generales de conformidad

2.2. Condiciones de conformidad de Cauchy-Riemann

### 3. PROYECCIONES PERSPECTIVAS, GEOMÉTRICAS O NATURALES

3.1. Introducción

3.2. Proyección escenográfica. Caso general

3.3. Proyección Estereográfica

3.4. Proyección Gnomónica

3.5. Proyección Ortográfica

### 4. DESARROLLOS CILÍNDRICOS

4.1. Desarrollos cilíndricos directos

4.1.1. Desarrollo cilíndrico directo de meridianos automecoicos

4.1.2. Desarrollo cilíndrico directo equivalente de Lambert

4.1.3. Desarrollo cilíndrico directo conforme de Mercator

4.2. Desarrollos cilíndricos transversos

4.2.1. Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM)

### 5. DESARROLLOS CÓNICOS

5.1. Fundamento de los desarrollos cónicos directos

5.2. Desarrollo cónico directo conforme de Lambert

5.3. Desarrollo cónico directo equivalente de Albers

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<p><b>Presentación e introducción de la asignatura</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1 - Teoría general de deformaciones</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p><b>Tema 1 - Teoría general de deformaciones</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
3	<p><b>Tema 1 - Teoría general de deformaciones</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
4	<p><b>Tema 2 - Condiciones de conformidad</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Problemas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		
5	<p><b>Tema 2 - Condiciones de conformidad</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Problemas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		
6	<p><b>Tema 3 - Proyecciones Perspectivas</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
7	<p><b>Tema 3 - Proyecciones Perspectivas</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Problemas</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		
8	<p><b>Tema 4 - Desarrollos cilíndricos directos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Examen Evaluación Continua Tems 1, 2 y 3</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00</p>
9	<p><b>Tema 4 - Desarrollos cilíndricos directos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4 - Desarrollos cilíndricos transversos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

10	<b>Tema 4 - UTM</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica - Cálculo de proyecciones</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
11	<b>Tema 4 - UTM</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica - Cálculo de proyecciones</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
12	<b>Tema 4 - UTM</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica - Cálculo de proyecciones</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13	<b>Tema 4 - UTM</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica - Cálculo de proyecciones</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14	<b>Tema 5 - Desarrollos cónicos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica - Cálculo de proyecciones</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
15	<b>Tema 5 - Desarrollos cónicos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica - Cálculo de proyecciones</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Entrega Prácticas</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 00:00
16	<b>Tema 5 - Desarrollos cónicos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Examen Evaluación Continua Temas 4 y 5</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00
17				<b>Examen Final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 03:00

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

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.



## 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
8	Examen Evaluación Continua Temas 1, 2 y 3	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	45%	5 / 10	CT01 CT09 CT10 CRG07 CT05
15	Entrega Prácticas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	5 / 10	CT01 CT09 CT10 CRG07 CT05 CT02
16	Examen Evaluación Continua Temas 4 y 5	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	45%	5 / 10	CT01 CT09 CT10 CRG07 CT05 CT02

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
15	Entrega Prácticas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	10%	5 / 10	CT01 CT09 CT10 CRG07 CT05 CT02
17	Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	90%	5 / 10	CT01 CT09 CT10 CRG07 CT05 CT02

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

La evaluación de la asignatura se realizará mediante dos pruebas: examen escrito teórico-práctico y prácticas individuales a desarrollar por cada alumno.

- Examen teórico-práctico, de forma general constarán de:
  - Parte de teoría: tipo test y/o preguntas cortas, que valdrá entre un 60-80% de la nota final del examen.
  - Parte práctica o problemas: ejercicios de cálculo, que valdrá entre un 40-20% de la nota final del examen.

Hay que obtener un mínimo de 3 sobre 10 en cada parte (teoría y problemas) para poder hacer la media ponderada de cada parte y poder aprobar el examen. En el caso de que una de las partes no supere el 3, el examen está suspenso. El examen se aprueba con una calificación final mínima de 5 sobre 10.

- Prácticas a resolver por cada alumno de forma individual. Las prácticas deben estar presentadas y aprobadas para poder aprobar la asignatura y deben ser entregadas en las fechas previstas durante el desarrollo del semestre, tanto si el alumno se presenta por evaluación continua como si opta por la evaluación final. Las prácticas son aprobadas cuando se obtiene una calificación mínima de 5 sobre 10. Es imprescindible aprobar las prácticas para poder aprobar la asignatura.

La calificación final de la asignatura se realizará mediante media ponderada de las calificaciones obtenidas entre las pruebas teórico-prácticas, ponderada con un 90% y las prácticas, ponderadas con un 10%. Es imprescindible haber aprobado cada una de las partes (nota mínima 5 sobre 10) para poder hacer la media ponderada y obtener la calificación final de la asignatura.

Aquellos alumnos que opten por la opción de EVALUACIÓN CONTINUA se realizarán dos pruebas teórico-prácticas durante el desarrollo del curso. La calificación final de la parte teórica-práctica será la media aritmética entre las calificaciones obtenidas en ambas pruebas.

- 1ª prueba, se evaluará el contenido de los Temas 1, 2 y 3.
- 2ª prueba, se evaluará el contenido de los Temas 4 y 5.

En la EVALUACIÓN FINAL se realizará un examen teórico-práctico donde se evaluará el contenido de toda la asignatura.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Geodesia Superior	Bibliografía	Mena, J.B.. Volumen II. Editado por el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Instituto Geográfico Nacional (IGN). Ministerio de Fomento. 2008.
Map Projections - A working manual	Bibliografía	John P. Snyder. U.S. Geological Survey Professional Paper 1395. United States Government Printing Office, Washington, 1989.
Map Projections . A Reference Manual	Bibliografía	Lev M. Bugayevskiy y John P. Snyder. Taylor & Francis. Londres, 1995.
An Album of Map Projections.	Equipamiento	Snyder, John P. and Philip M. Voxland. USGS Professional Paper 1453. Washington, D.C.: USGS, 1989.
Geodesia y Cartografía Matemática	Bibliografía	Martín Asín, F. 3ª Edición, Autor (distribuye Paraninfo). Madrid, 1990.
Flattening the Earth: Two Thousand Years of Map Projections	Bibliografía	John P. Snyder. Chicago, IL: University of Chicago Press, 1993.
Understanding Map Projections	Bibliografía	Melita Kennedy and Steve Kopp. ArcGIS ESRI.
Cartographic Science: A Compendium of Map Projections, with derivations	Bibliografía	Fenna, Donald. Boca Raton, Florida. 2006.
Datums and Map Projections, for remote sensing, GIS and surveying.	Bibliografía	Jonathan Iliffe. 2ª Edición. Boca Raton: CRC Press. 2008.
Geodesia: geométrica, física y por satélites.	Bibliografía	Cid Palacios, R; Ferrer Martínez, S. Instituto Geográfico Nacional. Madrid. 1999.