



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

125008525 - Metodos Numéricos En Fotogrametría

### PLAN DE ESTUDIOS

12GM - Grado En Ingenieria Geomatica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Primer 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.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	13

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	125008525 - Metodos Numéricos en Fotogrametría
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Quinto semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	12GM - Grado en Ingeniería Geomatica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	12 - E.T.S.I. En Topografía, Geodesia Y Cartografía
<b>Curso académico</b>	2023-24

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Serafin Lopez-Cuervo Medina (Coordinador/a)	442	s.lopezc@upm.es	L - 08:30 - 09:30 L - 11:30 - 13:30 J - 08:30 - 11:30 Cita previa mediante correo electrónico

Andres Diez Galilea	-133C	andres.diez@upm.es	L - 11:30 - 13:30 X - 10:30 - 12:30 J - 10:30 - 11:30 J - 13:30 - 14:30 Cita previa mediante 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

- Fotogrametría
- Ajuste De Observaciones

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

El plan de estudios Grado en Ingeniería Geomatica no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CG05 - Determinar, medir, evaluar y representar el terreno, objetos tridimensionales, puntos y trayectorias

CRT02 - Conocimiento, utilización y aplicación de instrumentos y métodos fotogramétricos adecuados para la realización de cartografía.

CRT03 - Conocimiento, utilización y aplicación de las técnicas de tratamiento. Análisis de datos espaciales. Estudio de modelos aplicados a la ingeniería y arquitectura

CRT04 - Conocimiento, aplicación y análisis de los procesos de tratamiento de imágenes digitales e información espacial, procedentes de sensores aerotransportados y satélites.

CRT10 - Conocimientos y aplicación de los métodos y técnicas geomáticas en los ámbitos de las diferentes ingenierías.

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.

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

CTE07 - Conocimientos y aplicación de métodos de ajuste mínimo cuadráticos en el ámbito de observaciones topogeodésicas, fotogramétricas y cartográficas.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA136 - Conocer, construir y aplicar el modelo funcional y el modelo estocástico en las distintas modalidades del ajuste de redes fotogramétricas; libre, ligado y flexible

RA133 - Plantear la secuencia de operaciones para la orientación analítica completa de fotografías, y efectuarla con ayuda de programas específicos

RA137 - Diseñar redes fotogramétricas para las distintas finalidades posibles y con los distintos tipos de sensores, incluyendo los puntos de control requeridos. Valorar ¿a priori¿ y ¿a posteriori¿ la exactitud, la precisión y la fiabilidad de una red fotogramétrica.

RA138 - Emplear la simulación como técnica de apoyo en las tareas anteriores

RA312 - Conocer los aspectos geométricos relacionados con la imagen en un proceso fotogramétrico.

RA134 - Diseñar y aplicar el modelo estocástico adecuado a cada ajuste fotogramétrico

RA135 - Valorar la calidad de los resultados fotogramétricos

RA313 - Elegir el sistema de referencia adecuado para cada fase del proceso fotogramétrico y para la expresión

de sus resultados, aplicando las transformaciones necesarias.

RA146 - Establecer los correspondientes controles de calidad que garanticen los resultados esperados en el producto final.

RA132 - Elegir el sistema de referencia adecuado para cada fase del proceso fotogramétrico y para la expresión de sus resultados, aplicando las transformaciones necesarias

RA141 - Diseñar y construir redes fotogramétricas capaces de proporcionar coordenadas de alta precisión en aplicaciones de ingeniería.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura amplía los conceptos introducidos en la asignatura de Fotogrametría y plantea analíticamente los procesos fotogramétricos relacionados con la orientación de imágenes digitales y la generación de productos cartográficos. Expone y ejemplifica el cálculo y ajuste de una triangulación aérea por diversos métodos, buscando del alumno una fase crítica que le permita diseñar y ejecutar redes fotogramétricas capaces de resolver proyectos cartográficos.

Todas las unidades didácticas tienen sus correspondientes ejercicios de laboratorio que ayudan a la comprensión de los conceptos teóricos y su aplicación en la actividad profesional.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Tema 1. Métodos numéricos en fotogrametría. Introducción
2. Tema 2. Modelos numéricos utilizados en fotogrametría. Orientaciones
  - 2.1. Orientación relativa y absoluta: Principio, ecuaciones y aplicaciones
  - 2.2. Orientación externa: Principio, ecuaciones y aplicaciones
3. Tema 3. Registro y Procesamiento de Sensores Fotogramétricos
  - 3.1. Método Indirecto. Triangulación Aérea con datos GNSS e INS
    - 3.1.1. Introducción. Consideraciones técnicas ligadas al vuelo fotogramétrico y sistemas auxiliares empleados
    - 3.1.2. Modelos de ajuste con GNSS y/o INS
    - 3.1.3. Precisión de las coordenadas de los centro de proyección de una triangulación aérea

### 3.2. Método Directo. Procesamiento de la señal LiDAR

#### 3.2.1. Modelo Matemático del Sistema LiDAR

#### 3.2.2. Modelo de Errores del Sistema LiDAR

### 3.3. Método Combinado

## 4. Tema4.- Diseño, proyecto y valoración de redes fotogramétricas

### 4.1. Objetivo del proceso

### 4.2. Planificación y ejecución del vuelo fotogramétrico. Apoyo de campo.

## 5. Tema 5.- Producción Cartográfica Fotogramétrica

### 5.1. Producción de modelos Digitales del Terreno por Métodos Directos e Indirectos

#### 5.1.1. Producción con Métodos Indirectos. Correlación Fotogramétrica

#### 5.1.2. Producción con Métodos Directos. LiDAR

### 5.2. Producción Automática de Ortofotografías

#### 5.2.1. Procesos de generación de Ortofotografía y TRUE Orto

#### 5.2.2. Generación de Ortomosaicos y compensación automática de color

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1. Métodos numéricos en fotogrametría. Introducción. Tema 2. Modelos numéricos utilizados en fotogrametría. Orientaciones</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 2. Modelos numéricos utilizados en Fotogrametría. Orientaciones</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema 3. Registro y Procesamiento: Método Indirecto</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 1. Tema2: Orientaciones. Cálculo</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4	<b>Tema 3. Registro y Procesamiento: Método Indirecto</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 2.TA GNSS-INS: Tema 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5		<b>Práctica 2.TA GNSS-INS: Tema 3</b> Duración: 03:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Análisis de resultados P1</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:15
6		<b>Práctica 2.TA GNSS-INS: Tema 3</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7	<b>Tema 3. Registro y Procesamiento: Método Directo</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 2.TA GNSS-INS: Tema 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
8	<b>Tema 3. Registro y Procesamiento: Método Directo</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 2.TA GNSS-INS: Tema 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9				<b>Prueba de Evaluación Continua: Temas 1, 2 y 3</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00



10	<p><b>Tema 4. Diseño, proyecto y valoración de redes fotogramétricas</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p> <p><b>Tema 5. Producción automatizada de MDT.</b> Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Análisis de resultados P2</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p>
11	<p><b>Tema 5. Producción automatizada de MDT.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica 4.MDT Automático. Tema5</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
12		<p><b>Práctica 4.MDT Automático. Tema5</b> Duración: 03:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Análisis de resultados P3</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p>
13		<p><b>Práctica 5.LiDAR. Tema5</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
14	<p><b>Tema 5. Producción automatizada de Ortofotografía</b> Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Análisis de resultados P4</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p>
15		<p><b>Práctica 5.LiDAR. Tema5</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Práctica 6.Ortofotografía Tema5</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
16		<p><b>Práctica 6.Ortofotografía Tema5</b> Duración: 01:15 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Prueba de evaluación continua Tema5</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p> <p><b>Análisis de resultados P5</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p> <p><b>Análisis de resultados P6</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p> <p><b>Evaluación Conjunta de Prácticas. Es obligatorio la presentación de las Prácticas para acceder a este examen</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p>

17				<b>Examen evaluación final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00  <b>Examen prácticas final</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final 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.

\* 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 (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Análisis de resultados P1	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:15	10%	5 / 10	CT01 CT02 CRT02 CRT03
9	Prueba de Evaluación Continua: Temas 1, 2 y 3	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	20%	5 / 10	CT01 CT02 CRT02 CTE07 CG05
10	Análisis de resultados P2	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:15	10%	5 / 10	CT01 CT02 CRT02 CRT03
12	Análisis de resultados P3	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:15	10%	5 / 10	CT01 CT02 CRT02 CRT03
14	Análisis de resultados P4	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:15	10%	5 / 10	CT01 CT02 CRT02 CRT10 CT09
16	Prueba de evaluación continua Tema5	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	20%	5 / 10	CT01 CT02 CRT04 CG05 CT10
16	Análisis de resultados P5	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:15	10%	5 / 10	CT01 CT02 CRT02 CRT10 CT09
16	Análisis de resultados P6	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:15	10%	5 / 10	CT01 CT02 CRT02 CRT03

16	Evaluación Conjunta de Prácticas. Es obligatorio la presentación de las Prácticas para acceder a este examen	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:15	0%	5 / 10	CT10 CT01
----	---	--	------------	-------	----	--------	--------------

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen evaluación final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	5 / 10	CT01 CRT03 CRT04 CRT10 CT10
17	Examen prácticas final	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	03:00	50%	5 / 10	CT02 CRT02 CRT10 CTE07 CG05 CT09 CT10

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen práctico	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	03:00	50%	5 / 10	CT02 CRT02 CRT10 CTE07 CG05 CT09 CT10
Examen teórico	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	5 / 10	CT01 CRT03 CRT04 CRT10 CT10

## 7.2. Criterios de evaluación

- La asistencia a clase de prácticas es obligatoria. La no asistencia sin justificación de un 10% de las clases de prácticas supondrá el suspenso de la parte de prácticas en evaluación progresiva y el paso de alumno a Evaluación Global de Prácticas.
- Todas las actividades evaluables especificadas en la tabla del apartado anterior (evaluación sumativa) son de carácter obligatorio.
- La nota de la asignatura se calcula según los pesos fijados en dicha tabla. Se considera superada la asignatura con una nota mayor o igual a 5 sobre 0, habiendo obtenido en cada parte al menos un 4 para calcular la nota final.
- Las fechas de publicación de notas y revisión se notificarán en el momento de la correspondiente prueba. Se realizarán pruebas objetivas y entregas de ejercicio.
- Es obligatoria la presentación de todas las prácticas para aprobar la asignatura.
- La fecha de la Evaluación Conjunta de Prácticas se coordinará con el profesor. Es una actividad obligatoria.
- La calificación del trabajo individual se realizará después de la exposición del mismo en base a la entrega y exposición realizada.
- En la convocatoria extraordinaria de Julio se realizará un único examen teórico de toda la asignatura y un examen de prácticas.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Wolf, P.R., Dewitt B.A. (2000). Elements of Photogrammetry with Applications in GIS. McGraw Hill, 608p.	Bibliografía	
Mikhail, E.M., Bethel J.S., McGlone, J.C. (2001). Introduction to Modern Photogrammetry. John Wiley and Sons, Inc, 479 p.	Bibliografía	

Lerma, J.L (2002). Fotogrametría Moderna: Analítica y Digital.	Bibliografía	
Krauss, K. (2007). Photogrammetry: Geometry from images and Laser scans.	Bibliografía	
Schenk, T. (2002). Fotogrametría Digital.	Bibliografía	
Sanda, R. (2010). Digital Airborne Camera.	Bibliografía	
Shan, J. ,Toth, C.K. (2009). Topographic Laser Ranging and Scanning.	Bibliografía	
Sociedad Española de Cartografía, Fotogrametría y Teledetección (Contiene numerosos enlaces a otras páginas de interés) <a href="http://www.secft.org/secft,15,9,enlaces.html">http://www.secft.org/secft,15,9,enlaces.html</a>	Recursos web	
Software: DIGI21, Taller Fotogramétrico, etc.	Equipamiento	
Hardware: PC, gafas pasivas para observación estereoscópica	Equipamiento	

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se relaciona con el ODS11 y ODS13