



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

125008545 - Redes Geodésicas De Control

### PLAN DE ESTUDIOS

12GM - Grado En Ingeniería Geomatica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	5
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	13

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	125008545 - Redes Geodésicas de Control
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Octavo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	12GM - Grado en Ingeniería Geomática
<b>Centro responsable de la titulación</b>	12 - E.T.S.I. En Topografía, Geodesia Y Cartografía
<b>Curso académico</b>	2021-22

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Juan Francisco Prieto Morin (Coordinador/a)	437	juanf.prieto@upm.es	M - 08:30 - 12:30 X - 12:30 - 14:30 Despacho 437
Jesus Velasco Gomez	437	jesus.velasco@upm.es	M - 08:30 - 12:30 X - 12:30 - 14:30 Despacho 437

Carlos Soler Garcia	320	carlos.soler@upm.es	L - 10:30 - 11:30 M - 10:30 - 11:30 X - 10:30 - 11:30 J - 11:30 - 14:30
Ana Maria Domingo Preciado	422	ana.domingo.preciado@upm .es	L - 15:30 - 17:30 M - 12:30 - 13:30 V - 10:30 - 13:30

\* 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

- Ajuste De Observaciones
- Aplicaciones Del Gnss A La Geomática
- MÉtodos TopogrÁficos
- Geodesia

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

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

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CG01 - Diseñar y desarrollar proyectos geomáticos y topográficos

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

CG08 - Planificación, proyecto, dirección, ejecución, y gestión de procesos de medida, sistemas de información, explotación de imágenes, posicionamiento y navegación; modelización, representación y visualización de la información territorial en, bajo y sobre la superficie terrestre

CRT06 - Conocimientos y aplicación de la geodesia geométrica.

CRT07 - Conocimientos sobre métodos de construcción; análisis de estructuras; diseño, ejecución y control de infraestructuras en el trabajo con equipos multidisciplinares, conocimientos de hidráulica.

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

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.

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

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA198 - Aplicar las diferentes técnicas de ajuste en distintos problemas relacionados con el tratamiento de la información Geomática

RA199 - Interpretar y aplicar otras técnicas estadísticas de estimación más avanzadas ( estimación robusta,etc.)

RA261 - Conocer el método general de ajuste por mínimos cuadrados y sus aplicaciones en Geomática

RA336 - Analizar deformaciones, de grandes estructuras de ingeniería civil o geodinámicas, entre redes geodésicas de control establecidas en múltiples épocas y sus velocidades

RA334 - Definir el diseño y aplicar técnicas de simulación para la realización de redes geodésicas y de control de deformaciones

RA264 - Aplicar los métodos de compensación de redes geodésicas y control de deformaciones

RA266 - Aplicar los métodos de detección de errores

RA265 - Determinar las precisiones de redes geodésicas

RA335 - Analizar deformaciones, de grandes estructuras de ingeniería civil o geodinámicas, entre redes geodésicas de control establecidas en dos épocas

RA262 - Analizar los resultados de la compensación de redes mediante modelos estadísticos

RA263 - Conocer y aplicar otras técnicas estadísticas de ajustes

RA333 - Definir la metodología y seleccionar el instrumental para realizar redes geodésicas y de control de deformaciones

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Este curso trata de proporcionar al alumno los conceptos, principios y técnicas utilizados para el tratamiento de datos de grandes redes geodésicas de control así como la metodología de monitorización de deformaciones usada tanto en las geociencias en general como en ingeniería civil en particular. Todo ello desde un enfoque eminentemente práctico pues los conceptos teóricos revisados se integran con la realización de proyectos prácticos que el alumno debe resolver, orientado por los profesores.

Al final de esta asignatura los alumnos podrán:

- Diseñar, seleccionar e implementar metodologías apropiadas para el procesado de gran volumen de datos geodésicos y monitorizar las deformaciones de objetos, como el propio terreno, las laderas y taludes inestables, y las estructuras de ingeniería civil.
- Procesar los datos de redes geodésicas y de deformación y llevar a cabo las tareas necesarias, el análisis y detección los errores no accidentales, pruebas estadísticas y ponderación adecuada de las observaciones.
- Modelar y analizar las deformaciones basadas en observaciones geodésicas.
- Realizar levantamientos geodésicos de control.

El alumno estará familiarizado con los problemas y los métodos de la compensación de redes y será competente en el diseño de métodos observación y de cálculo de grandes redes incluyendo observaciones procedentes de distintos instrumentos geodésicos y el análisis de la precisión obtenida.

Los objetivos de esta asignatura son: permitir que los alumnos comprendan las necesidades y los principios básicos del ajuste mínimo cuadrático de redes geodésicas y el análisis de deformaciones; enseñar y ofrecer oportunidades para que los alumnos practiquen métodos comúnmente utilizados para el ajuste de redes geodésicas de control; y mejorar la capacidad y las habilidades de los alumnos para analizar los métodos de ajuste de redes geodésicas y análisis de los datos de estos ajustes. Como introducción a la materia que se va a impartir en esta asignatura, se completan los conocimientos adquiridos en la asignatura troncal Ajuste de Observaciones pues hay determinados e importantes problemas geodésicos que no pueden ser resueltos mediante las técnicas básicas de ajuste estudiadas en segundo curso. En ellos se hace necesario adquirir los conocimientos denominados de forma genérica como Método General de Ajuste por Mínimos Cuadrados, así como la introducción de constreñimientos bastante habituales en las redes geodésicas. Por otro lado también resulta interesante que los alumnos conozcan otras técnicas alternativas a las clásicas denominadas por mínimos

cuadrados, en concreto las metodologías basadas en estimadores robustos que han demostrado una potencia mayor en situaciones de ajuste en la que puedan verse involucrados errores groseros en las observaciones.

Los temas incluyen además:

- Principios y conceptos del método general de ajuste mínimo cuadrático y su aplicación a la geomática.
- Análisis e interpretación de los resultados del ajuste.
- Características de los diferentes tipos de instrumental para realizar observaciones sobre estructuras para cuantificar las deformaciones que pudieran sufrir.
- Técnicas y métodos de detección de errores así como la evaluación de la precisión obtenida.
- Diseño y simulación de redes geodésicas de control
- Compensación y ponderación de redes geodésicas con utilización conjunta de datos de observaciones ópticas, láser terrestre, estación total, nivelación y GNSS.
- Análisis de observaciones en varias épocas con el fin de determinar deformaciones y velocidades de deformación.

Todo ello en un entorno de asignatura en el que se estudiarán casos prácticos de redes geodésicas de ámbito nacional así como de redes locales destinadas a la monitorización de obras civiles, subterráneas y prospecciones, monitorización de subsidencias del terreno provocadas por causas antrópicas y naturales, monitorización y deformación de presas, y técnicas de levantamiento de alta precisión.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción al Método General de Ajuste Mínimo Cuadrático
2. Aplicaciones del Método General en el entorno de la Geomática
3. Análisis e interpretación estadística de los resultados del Ajuste Mínimo Cuadrático
4. Técnicas estadísticas avanzadas de Ajuste: Estimación Robusta
5. Instrumentación y Metodología para Redes Geodésicas y de Control de Deformaciones clásicas, GNSS y mixtas
6. Estudio de precisiones de Redes Geodésicas
7. Técnicas y métodos de detección de errores
8. Diseño de Redes Geodésicas para análisis de deformaciones
9. Análisis de observaciones para deformaciones en dos épocas
10. Análisis de observaciones para deformaciones multi-épocas



## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
2	<b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 2</b> Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Proyecto Práctico 1</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 01:00
4	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Proyecto Práctico 2</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 01:00
7	<b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 5</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
8	<b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Prueba Evaluación Continua Temas 1-5</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00

9	<b>Tema 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 6</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Proyecto Práctico 3</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 01:00
10	<b>Tema 7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 7</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
11	<b>Tema 7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 8</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
12	<b>Tema 8</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 8</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Proyecto Práctico 4</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 01:00
13	<b>Tema 9</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 9</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14	<b>Tema 9</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 10</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
15	<b>Tema 10</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 10</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Proyecto Práctico 5</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final No presencial Duración: 01:00
16				<b>Prueba Evaluación Continua Temas 6-10</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
17				<b>Prueba Evaluación Ordinaria</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:00

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 continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	Proyecto Práctico 1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	12%	5 / 10	CRT07
6	Proyecto Práctico 2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	12%	5 / 10	CTE07 CG05
8	Prueba Evaluación Continua Temas 1-5	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	20%	3.5 / 10	CTE07 CG05 CRT06
9	Proyecto Práctico 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	12%	5 / 10	
12	Proyecto Práctico 4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	12%	5 / 10	CRT07 CG08 CRT10
15	Proyecto Práctico 5	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	12%	5 / 10	CT05 CRT06 CG01 CTE07 CRT10
16	Prueba Evaluación Continua Temas 6-10	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	20%	3.5 / 10	CG08 CRT10 CT05 CG01

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
-----	-------------	-----------	------	----------	-----------------	-------------	------------------------

3	Proyecto Práctico 1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	12%	5 / 10	CRT07
6	Proyecto Práctico 2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	12%	5 / 10	CTE07 CG05
9	Proyecto Práctico 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	12%	5 / 10	
12	Proyecto Práctico 4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	12%	5 / 10	CRT07 CG08 CRT10
15	Proyecto Práctico 5	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	12%	5 / 10	CT05 CRT06 CG01 CTE07 CRT10
17	Prueba Evaluación Ordinaria	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	40%	3.5 / 10	CTE07 CG05 CRT07 CG08 CRT10 CT05 CRT06 CG01

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen extraordinario temas 1 a 10	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	40%	5 / 10	CTE07 CG05 CRT07 CG08 CRT10 CT05 CRT06 CG01

Entrega de Proyecto Práctico 1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	12%	5 / 10	CTE07
Entrega de Proyecto Práctico 2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	12%	5 / 10	CRT07 CG08 CRT10
Entrega de Proyecto Práctico 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	01:00	12%	5 / 10	CRT10 CT05 CRT06 CG01
Entrega de Proyecto Práctico 4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	12%	5 / 10	CG08
Entrega de Proyecto Práctico 5	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	12%	5 / 10	CRT06 CG01

## 7.2. Criterios de evaluación

Para poder superar la asignatura, tanto en la modalidad de prueba de evaluación continua como en el examen ordinario de junio y extraordinario de julio, se deberán haber entregado según el calendario previsto los proyectos prácticos de la asignatura. En caso contrario, la valoración de la prueba escrita únicamente puntuará un 50% de la calificación final. Se realizarán pruebas objetivas y entregas de ejercicios prácticos, ponderados ambos al 50% pues este curso tiene un eminente carácter práctico. Todas las actividades evaluables especificadas en la tabla del apartado anterior son de carácter obligatorio. La calificación de la asignatura se calcula según los pesos fijados en dicha tabla. Se considera superada la asignatura con una calificación final mayor o igual a 5 sobre 10. Las fechas de publicación de calificaciones y su revisión se notificarán en el momento de la correspondiente prueba. Las fechas y turnos concretos para la realización de ejercicios con software específico se publicarán en el Aula Virtual del curso, si esto llega a ser necesario. En la convocatoria de evaluación extraordinaria se realizará un único examen de toda la asignatura. Estas son las normas más importantes:

- Calificación mínima para poder compensar las pruebas de evaluación continua es de 3,5 sobre 10.
- Si no se llega a esa calificación, queda la posibilidad única de presentarse a esa parte en el examen ordinario, previa comunicación al profesor-coordinador de la asignatura.
- Para poder aprobar los proyectos prácticos, se deberá obtener una calificación mínima de 5 sobre 10 en los mismos.
- Tanto la parte teórica como los proyectos prácticos ponderan al 50% de la calificación final.

- Para poder superar la asignatura, tanto en la modalidad de prueba de evaluación continua como en el examen ordinario de junio y extraordinario de julio, se deberán haber entregado según el calendario previsto los proyectos prácticos de la asignatura. En caso contrario, la valoración de la prueba escrita únicamente puntuará un 50%

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Baarda, W. (1968) A testing procedure for use in geodetic networks. Nether. Geod. Commi. Delft.	Bibliografía	
Cooper, M.A.R. (1987) Control Surveys in Civil Engineering. Nichols Publishing Company. New York	Bibliografía	
Caspary, W. F. (1987). Concepts of Network and Deformation Analysis. School of Surveying and Spatial Information Systems. Sydney.	Bibliografía	
Harvey, B.R. (2006). Practical Least Squares and Statistics for Surveyors. School of Surveying and Spatial Information Systems. Sydney	Bibliografía	
Pope, A.J. (1976). The statistics of residuals and the detection of outliers. U.S. Dept. Of Commerce. NOAA. Rockville	Bibliografía	
Ghilani, C.D. (2018). Adjustment computations: spatial data analysis. Sixth edition. Wiley. Hoboken, New Jersey	Bibliografía	

Aula Virtual plataforma educativa de apoyo a la docencia (MOODLE)	Recursos web	<a href="https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/course">https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/course</a>
Aula con ordenador para el profesor, vídeo y pantalla de proyección. Laboratorio de Informática con conexión a Internet y ordenadores individuales para los alumnos. Sala de trabajo para los alumnos, tanto de forma individual como en grupo.	Equipamiento	
Programa profesional de ajuste y compensación de redes geodésicas	Equipamiento	<a href="https://www.geolabsolutions.com/">https://www.geolabsolutions.com/</a>
Shanlong, K. (1996). Geodetic network analysis and optimal design. Ann Arbor press inc. Chelsea, Michigan. USA	Bibliografía	

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Esta asignatura se relaciona con los ODS 3, 6, 9, 11 y 13