

**Geodèsia i Sistemes de Localització**

Codi: 104533  
Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2503743 Gestió de Ciutats Intel·ligents i Sostenibles	OB	2	1

**Professor/a de contacte**

Nom: Jose A. Lopez Salcedo  
Correu electrònic: Jose.Salcedo@uab.cat

**Utilització d'idiomes a l'assignatura**

Llengua vehicular majoritària: català (cat)  
Grup íntegre en anglès: No  
Grup íntegre en català: Sí  
Grup íntegre en espanyol: No

**Equip docent**

Lluís Pesquer Mayos  
Alaitz Zabala Torres

**Equip docent extern a la UAB**

Rafael Gallego Terris

**Prerequisits**

Tot i que no hi ha estrictament prerequisits, es recomana haver cursat amb aprofitament les assignatures de matemàtiques, informàtica i bases per a la geoinformació.

**Objectius**

Els objectius generals d'aquesta assignatura són:

- Conèixer les diferents modelitzacions de la superfície terrestre i els seus components.
- Identificar els tipus, propietats i distorsions de les principals projeccions cartogràfiques.
- Conèixer els fonaments i les aplicacions dels principals sistemes de localització existents.

Els objectius específics d'aquesta assignatura són:

- Introduir a l'alumne en les eines per a l'anàlisi de dades georeferenciades.
- Identificar correctament la projecció cartogràfica i datum d'una base georeferenciada.
- Calcular amb exactitud mesures de distància, perímetre i àrea.
- Conèixer els mètodes i les eines per als canvis de projecció cartogràfica.
- Conèixer els principis de funcionament dels sistemes de localització basats en senyals terrestres, i els seus avantatges/desavantatges.
- Conèixer els principis de funcionament dels sistemes de localització per satèl·lit, i els seus avantatges/desavantatges.

- Ser capaç de decidir quin sistema de localització és el més adient en funció dels requeriments d'usuari, l'escenari de treball i la complexitat/cost associat.

## Competències

- Analitzar i modelitzar les dinàmiques urbanes i territorials a partir d'instruments metodològics d'anàlisi qualitativa i quantitativa.
- Avaluar de manera crítica el treball realitzat i demostrar esperit de superació.
- Desenvolupar plataformes de gestió, integració de serveis als ciutadans i a la governança aplicant tecnologies i sistemes de sensorització, adquisició, processament i comunicació de dades.
- Diferenciar i utilitzar les diverses formes d'adquisició i gestió de la informació geogràfica per fer interpretacions territorials i, especialment, dels mapes i de les imatges d'observació de la Terra.
- Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.
- Que els estudiants tinguin la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants (normalment dins de la seva àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes destacats d'índole social, científica o ètica.

## Resultats d'aprenentatge

1. Avaluar de manera crítica el treball realitzat i demostrar esperit de superació.
2. Descriure els principis de funcionament, les prestacions, les fonts d'error i els components d'un sistema de localització basat en senyals de radiofreqüència per satèl·lit i terrestre.
3. Distingir les principals plataformes i sensors disponibles.
4. Georeferenciar bases de dades alfanumèriques de naturalesa diversa.
5. Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.
6. Que els estudiants tinguin la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants (normalment dins de la seva àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes destacats d'índole social, científica o ètica.
7. Treballar amb bases de dades amb diferents sistemes de referència o projeccions.

## Continguts

### Part I. Geodèsia i projeccions

#### 1. Modelitzacions de la superfície terrestre

- Geoide
- El·lipsoide/esfera
- Mesures, distorsions, incerteses

#### 2. Sistemes de referència

- Sistemes de referència compostos
- Sistemes de referència horitzontals
- Sistemes de referència verticals i altimetria
- Marcs de referència
- Components d'un sistema de referència cartogràfic
- Sistemes no cartogràfics

#### 3. Datums i el·lipsoides

- Datums i el·lipsoides globals
- Datums i el·lipsoides locals
- Transformacions entre datums

#### 4. Estàndards i geoserveis

- Introducció
- Estàndards de visualització (WMS) i descarrega (WCS, WFS)
- Exactitud posicional i Qualitat

#### 5. Projeccions cartogràfiques

- Tipus de projeccions
- Propiedades de les projeccions
- Distorsions en les projeccions (àrea, distància, forma)
- Mètodes de reprojeció cartogràfica

### Part II. Sistemes de localització

#### 6. Fonaments i principis d'operació

- Introducció
- Tipus de mesures: TOA, TDOA, AOA, RSS.
- Tècniques de localització basades en mesures de temps d'arribada (TOA).
- Tècniques de localització basades en mesures de diferències de temps d'arribada (TDOA).
- Tècniques de localització basades en mesures d'angle d'arribada (AOA).
- Tècniques de localització basades en mesures de potència de senyal rebut (RSS).

#### 7. Sistemes de localització per satèl·lit

- Introducció als sistemes de posicionament global per satèl·lit (GNSS).
- Arquitectura dels sistemes GNSS.
- Característiques dels senyals de GNSS.
- Arquitectura dels receptors GNSS.
- Prestacions i fonts d'errors.
- Fonaments dels sistemes diferencials.
- Integració amb sensors inercials.

#### 8. Sistemes de localització amb senyals terrestres

- Localització amb senyals de xarxes cel·lulars (4G i 5G).
- Localització amb senyals de radiodifusió (DVB-T, DAB, FM).
- Localització amb senyals de proximitat (RFID, Bluetooth).

#### 9. Aplicacions

- Serveis basats en localització (LBS).
- Gestió de la mobilitat (gestió de flotes, accés al centre de les ciutats).
- Sistemes de "pay-per-use" (peatges, assegurances, car/bike sharing and pooling).
- Transport i vehicles autònoms.
- Sincronització de temps amb senyals GNSS.

### **Metodologia**

#### Activitats presencials

- Classes de teoria: exposició dels continguts teòrics de l'assignatura.
- Classes de problemes: resolució dels problemes i exercicis pràctics relacionats amb la teoria, amb participació dels alumnes.
- Classes de laboratori: aplicació dels conceptes teòrics presentats a les classes de teoria i problemes, a casos pràctics reals i presa de contacte amb programari de planificació, anàlisi i simulació.

#### Activitats autònomes

- Estudi dels continguts teòrics i pràctics de l'assignatura. Preparació dels problemes, pràctiques de laboratori i exàmens.
- Treballs pràctics: realització i aprofundiment de les pràctiques de laboratori. Preparació de la memòria final de cada pràctica.

### Competències transversals

- *T05. Avaluar de manera crítica el treball realitzat i demostrar esperit de superació.* Aquesta competència es desenvoluparà durant les sessions de problemes i de laboratori, on l'estudiant després d'haver consolidat els coneixements teòrics, haurà d'analitzar problemes pràctics, raonar sobre les solucions adoptades i proposar possibles millores. S'avaluarà com a part de les proves relacionades amb els continguts pràctics de l'assignatura.

### Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
<b>Tipus: Dirigides</b>			
Classes de laboratori	10,5	0,42	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Classes de problemes	10	0,4	2, 3, 4, 6
Classes de teoria	24	0,96	2, 4, 6
<b>Tipus: Autònomes</b>			
Treball individual de l'alumne	88	3,52	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

### Avaluació

Les activitats d'avaluació són les següents:

- (50%) Exàmens parcials:
  - Examen Part I Geodèsia (25%): l'examen constarà de una part teòrica (15%) i una part pràctica amb ordinador (10%);
  - Examen Part II Sistemes de Localització (25%).
- (30%) Entrega d'informes de laboratori (avaluació a posteriori):
  - Lliurament a posteriori d'informes i/o resultats de les pràctiques dutes a terme al laboratori.
- (20%) Sessions pràctiques al laboratori (avaluació in-situ):
  - Consistirà en l'assistència i desenvolupament de les pràctiques de laboratori, així com a alguna activitat in situ per avaluar l'aprofitament de les pràctiques.

La nota final de l'assignatura es calcularà segons les activitats i els pesos indicats anteriorment, com:

$$\text{nota\_final} = (0.25 \times \text{Examen Part I}) + (0.25 \times \text{Examen Part II}) + (0.30 \times \text{Entrega informes laboratori}) + (0.20 \times \text{Sessions pràctiques})$$

on cada activitat s'avaluarà sota l'escala de 0 a 10.

Per a superar l'assignatura cal que la nota final sigui igual o més gran que 5 (nota\_final >= 5.0). D'acord amb la normativa acadèmica, els estudiants que no superin l'assignatura però que s'hagin avaluat de més de dos terços d'aquesta, es poden presentar a un examen de síntesi. Aquest examen permetrà recuperar la part d'avaluació corresponent als exàmens parcials (50% de la nota final), però no pas la part corresponent a les

activitats de laboratori. Aquestes últimes, degut al seu caràcter eminentment pràctic, no poden ser recuperades.

### Alumnes repetidors

Els alumnes repetidors cal que es tornin a avaluar de totes les activitats d'avaluació previstes a l'assignatura. No es mantindrà la nota de proves dutes a terme en cursos passats.

### Consideració de "No Avaluable"

Els alumnes que no es presentin a cap dels dos exàmens, ni tampoc a la prova final de síntesi, tindran la consideració de "No Avaluable".

### Consideració en cas de còpia o plagi

Sense perjudici d'altres mesures disciplinàries que s'estimin oportunes, i d'acord amb la normativa vigent, es qualificarà amb un zero les irregularitats comeses per l'estudiant que puguin conduir a una variació de la qualificació d'un acte d'avaluació. Per tant, copiar o deixar copiar una pràctica o qualsevol altra activitat d'avaluació implicarà suspendre-la amb un zero i no es podrà recuperar en el mateix curs acadèmic.

### Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Examen Part I (teòric i pràctic)	25	2	0,08	1, 3, 4, 6, 7
Examen Part II	25	2	0,08	2, 3
Informes de laboratori (avaluació a posteriori)	30	12	0,48	1, 5, 6
Sessions de laboratori (avaluació in-situ)	20	1,5	0,06	1, 2, 4, 6, 7

### Bibliografia

Part I de l'assignatura:

- D. Fenna, *Cartographic Science: A Compendium of Map Projections, with Derivations*. CRC Press. 2006.
- J. Grau, E. Bosch, "Canvi de sistema de referència ED50 a ETRS89", *Revista Catalana de Geografia IV* epoca / volum XIV / num. 36, 2009.
- J. González-Matesanz, A. Dalda, J. A. Malpica, "A range of ED50-ETRS89 datum transformation models tested on the Spanish geodetic network". *Survey Review*, 38 (302), pp. 654-667, 2006.
- J. P. Snyder, *Map Projections, A Working Manual*, U.S. Geological Survey professional paper 1395, 1997.
- J. Noguera-Iso, F.J. Zarazaga-Soria i P.R. Muro-Medrano, *Geographic Information Metadata for Spatial Data Infrastructures: Resources, Interoperability and Information Retrieval*, Ed. Springer. 264 pp., 2005.

Part II de l'assignatura:

- C. Gentile, N. Alsindi, R. Raulefs, C. Teolis, *Geolocation techniques. Principles and applications*, Springer, 2013.
- S. A. Zekavat, R. M. Buehrer (Eds.), *Handbook of position location. Theory, practice and advances*, IEEE Press Series, John Wiley & Sons, 2012.
- P. J. G. Teunissen, O. Montenbruck (Eds.), *Handbook of Global Navigation Satellite Systems*, Springer, 2017.

