

Prof. Ing. Raffaella Cefalo

## **CORSO di**

# **SISTEMI INFORMATIVI GEOGRAFICI (GIS – Geographic Information Systems)**

- *Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile – ind. Ambientale*
- *Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile – ind. Civile*
- *Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica*

### **Programma:**

Ripasso di nozioni di Geodesia e Cartografia: Superfici di Riferimento, DATUMs, principali Sistemi di coordinate, Proiezioni cartografiche e trasformazioni di Sistema di Riferimento e di coordinate. Cartografia numerica IGMI (Istituto Geografico Militare Italiano) e CTRN (Carta Tecnica Regionale Numerica).

Sistemi Informativi Geografici (GIS) e Territoriali (SIT): definizioni, standard e normative, rapporto con la cartografia tradizionale, concetti di georeferenziazione, formati vettoriale e raster, scala nominale e risoluzione, entità, attributo, interrogazione (query) spaziale e a spaziale, topologia, layer, tema e tematismo.

Metodologie innovative 3D di rilievo di dati numerici georeferenziati:

- Strumentazione topografica elettronica integrata (cenni relativi ai teodoliti elettronici integrati, ai distanziometri ad impulsi e laser, ai livelli ottici di precisione ed ai livelli elettronici).
- Fotogrammetria e aerofotogrammetria digitale – principi fondamentali e applicazioni alla costruzione di cartografia numerica.
- Strumentazione GPS integrata - osservabili GPS pseudorange ed interferenziali: rilievi statici, rapido-statici, Stop&Go e cinematici post-processing e real-time interferenziali e DGPS (RTCM/RTK); relative applicazioni. Applicazioni di EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) al posizionamento ed alla navigazione terrestre, marittima e aerea. Esercitazioni relative all'utilizzo di strumentazione L1/L2 GPS+GLONASS/EGNOS.
- Laser a scansione – principi e applicazioni al rilievo di strutture e infrastrutture dell'Ingegneria Civile, al monitoraggio di dinamiche ambientali. Applicazioni innovative in campo archeologico e architettonico.
- Telerilevamento da satellite: caratteristiche dei principali sensori (Spot, Landsat, ERS, SAR, etc.) ed applicazioni allo studio dei fenomeni di inquinamento, alla ricerca delle risorse ambientali ed all'uso del territorio.

Strutturazione delle informazioni geografico-numeriche. Database relazionali applicati al campo dei GIS. Progettazione di geodatabase per inserimento in applicativi SIT/GIS.

Cenni sull'architettura informatica: database alfanumerico, database cartografico, relazioni fra entità e record, formati raster e vettoriale. Caratteristiche principali e confronto fra formato raster e vettoriale. Conversioni raster/vector e vector/raster.

Contenuto della Cartografia Numerica. Sistemi di codifica.

La CTRN del Friuli Venezia Giulia: strati informativi, precisioni, codifiche e standard.

Digitalizzazione e scansione. Semplificazione e aggregazione di dati nella cartografia numerica.

Modelli Digitali del Terreno, DTM e DEM. Modelli per punti, linee e aree. Metodi di interpolazione, tecniche IDW. Modelli TIN e loro caratteristiche.

**Esempi di applicativi GIS e WebGIS.** Il software commerciale ArcGIS ESRI. MAPServer. Principali piattaforme *opensource* (*QuantumGIS, gvSIG, GRASS, SAGA GIS*).

I droni per il rilievo del territorio e di dinamiche ambientali e applicazioni in campo GIS. I GIS per la gestione dei rifiuti.

**Esercitazioni al PC:** generazione di database relazionale di attributi, generazione dei collegamenti, esecuzione di interrogazioni su database esterno, su entità e topologia, creazione di buffer, sovrapposizione di strati informativi, editing, generazione di mappe tematiche. Applicazioni con software ArcGIS (moduli ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcScene con estensione 3D Analyst) e con software *opensource*.

Lo studente dovrà implementare, singolarmente o in gruppi di 2-3 persone, un applicativo in ambiente GIS (utilizzando software commerciale o *opensource*), con geodatabase progettato dagli studenti e/o fornito dal Docente.

Durante il Corso verranno inoltre svolte esercitazioni in campagna con strumentazione integrata (GNSS/geofisica), Seminari da parte di Docenti delle Università di Trieste e/o altre università, Dottori di Ricerca in Geomatica e Sistemi Informativi Territoriali, laureati con tesi su implementazione di applicativi GIS, visite tecniche presso aziende/Enti pubblici della Regione FVG.

Verranno inoltre organizzate dimostrazioni di strumentazione GNSS/total station robotizzate/Laser scanner da parte di ditte costruttrici di strumenti (Leica Geosystem, Geotop).

## COURSE

### GIS – Geographic Information Systems

- *Master Degree in Civil Engineering – Environmental address*
- *Master Degree in Civil Engineering – Civil address*
- *Master Degree in Informatic Engineering*

#### **Programme:**

Principal elements of Geodesy and Cartography: Reference Systems, DATUMs, principal Coordinate Systems, Cartographic Projections and transformations between different reference systems. IGM (Italian Military Geographic Institute) and CTRN (Friuli Venezia Giulia Region Numeric Cartography).

Geographic Information Systems (GIS) and Territorial Systems (SIT): definitions, standard and norms, relations with traditional cartography, georeferencing, vector and raster formats, nominal scale and resolution, entity, attribute, spatial and not spatial queries, topology, layer, themes.

Innovative 3D surveying techniques of numeric georeferenced data:

- Integrated electronic topographic instruments (integrated electronic theodolites, EDM, high accuracy optical and electronic levelling instruments).
- Terrestrial and aerial digital Photogrammetry – fundamentals and applications to numeric cartography.
- Integrated GNSS techniques - pseudorange and interferential GNSS observables: static, rapid-static, Stop&Go, kinematic post-processing and real-time surveys; applications. EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) applications to terrestrial, maritime and aerial navigation. Practical lessons on L1/L2 GPS+GLONASS/EGNOS surveys.
- Laser scanning – fundamentals and applications to civil engineering structures survey and environmental monitoring. Innovative applications to archaeology and architecture.
- Remote sensing: principal sensors (Spot, Landsat, ERS, SAR, etc.) and applications to environmental pollution monitoring, natural resources and land use.

Structure of geographic-numeric data. Relational database applied to GIS. Geodatabases.

Informatic architecture: database alphanumeric cartographic database, relations between entity and records, vector and raster format. Raster/vector and vector/raster transformations.

Numeric cartography. Friuli Venezia Giulia CTRN: layers, accuracies, code and standard.

Digitalization and scanning. Data simplification and aggregation.

Digital Terrain Models/Digital Elevation Models (DTM, DEM). Interpolation techniques, IDW technique. TIN models and their characteristics.

**Examples of GIS e WebGIS applications.** ESRI ArcGIS commercial software. MAPServer. Principali *opensource* platforms (*QuantumGIS, gvSIG, GRASS, SAGA GIS*).

UAVs (Unmanned Aerial Vehicles) for terrestrial and environmental surveys – applications to. GIS applications to waste management.

**Practical lessons on PC:** relational database, links, queries, buffer generation, overlay, editing, thematic maps. Applications using ArcGIS software (ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcScene with 3D Analyst extensions) and *opensource* software.

Students will implement (alone or in groups of 2-3 persons) a GIS application (using commercial or *opensource* software), with a geodatabase built by them or given by the teacher.

During the Course practical lessons on the field will be given using integrated instruments (GNSS/Laser scanning), technical Seminars, technical visits at private and public firms.

Live demonstrations of advanced instruments (GNSS/robotic total stations/Laser scanners) will be organized in cooperation with manufacturers (Leica Geosystem, Geotop).