

## **PARTE I: CENNI DI GEODESIA E GENERALITÀ SUI GIS**

### **-INTRODUZIONE AI GIS (GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS)**

Ambiti di utilizzo. Definizione e architettura di un GIS. Potenzialità e funzionalità di un GIS. Differenza tra dato e informazione. Caratteristiche dell'informazione geografica e territoriale.

### **-CENNI DI CARTOGRAFIA**

Richiami di geomática e geodesia. Rappresentazione cartografica. Il problema della rappresentazione della superficie della Terra. Forma e dimensione della superficie terrestre: geoide, sferoide, ellissoide. Le superfici di riferimento. Proiezioni. Sistemi di coordinate geografiche. Sistemi di coordinate piane. Confronto tra sistemi di coordinate. Sistemi di riferimento altimetrici. Cenni di fotogrammetria, telerilevamento, cartografia numerica, GPS.

### **-MODELLI DI DATI NEI GIS**

Modellazione vettoriale: il punto; la linea e il poligono. Modellazione raster: significato matematico e unità fondamentali; differenza tra risoluzione spaziale e radiometrica; il problema del "mixed pixel"; dati continui e dati discreti. Confronto e conversione tra modelli. Incoerenza e incertezza geometrica. Topologia. Modello "spaghetti". Modello "topologico". Vantaggi e svantaggi delle due tipologie. Le relazioni topologiche tra gli elementi: rapporti tra primitive geometriche e primitive topologiche. La topologia delle aree. Regola di Eulero. Join tra dati. Concetto di scala e scala di rappresentazione nei GIS. Proprietà chiave dei dati spaziali. Origine dei dati: rilievi; digitalizzazione; scansione. Il concetto di "OpenData". Principali software e applicazioni GIS.

### **-DATABASE GEOGRAFICI**

Definizione di database. Database Management System (DBMS). Modelli di database: database gerarchico; database reticolare e database relazionale. Relational Database Management System (RDBMS); Operazioni in un RDBMS (C.R.U.D.). Join tra tabelle. Interrogazione dei dati e linguaggio SQL. Database geografici. Spatial Database Management System (SDBMS). Interrogazione di un database geografico (Spatial SQL). Costruzione di un database geografico. Evoluzione dei GIS in relazione ai database utilizzati.

## **PARTE II: ESERCITAZIONI IN LABORATORIO**

### **-PRIMI PASSI SU QGIS**

Il software QGIS: cenni; download e installazione. Interfaccia grafica di QGIS Desktop. Barra dei menu: Project; Edit; View; Layer; Settings; Plugins; Vector; Raster; Database; Web; Processing. Creazione e gestione di un progetto in QGIS.

### **-GESTIONE DEI DATI VETTORIALI**

Tipologie di dati vettoriali. Il formato shapefile. Aggiunta un vettore su QGIS. Analisi e visualizzazione dei dati vettoriali. La tabella attributi. Operazioni con la tabella attributi. Operazioni di selezione. Vestizione di un dato vettoriale: categorizzazione; graduazione e gestione delle etichette. Export di dati. Principali geoprocessi: dissolve; split vector, merge vector e buffer). Creazione di file vettoriali.

### **-GESTIONE DEI DATI RASTER**

Concetto di piramide. Aggiunta di un raster. Caratteristiche del formato "grid". Proprietà di un raster: dimensione; risoluzione spaziale e radiometrica; opacità; visualizzazione delle bande. Operazioni con raster multibanda: estrazione e merge delle bande. Vestizione di un dato raster: rampe colore e gestione degli intervalli. Ritaglio di un raster. I modelli digitali delle elevazioni (DEM): il DTM e il DSM. Principali raster derivati: slope e aspect). Algoritmi di riclassificazione: "reclassify by table" e "r.reclass". Rasterizzazione. Analisi dei valori di un raster.

### **-ESERCITAZIONI**

Selezione e dissolvenza di un dato vettoriale. Buffering e selezione per posizione. Statistiche zonali. Digitalizzazione di punti e linee. Interpolazione. Fotointerpretazione e digitalizzazione di una mappa degli usi del suolo. Uso legenda CORINE. Creazione di una mappa e gestione del layout di stampa.

### **PARTE III: TELERILEVAMENTO**

Definizione di telerilevamento (Remote Sensing). Storia del Telerilevamento. Spettro elettromagnetico. Grandezze radiometriche. Interazione radiazione elettromagnetica-atmosfera. Integrazione tra radiazione elettromagnetica e sistema pianta/aula/suolo/acqua. Firma spettrale. Telerilevamento attivo/passivo. Principali dati disponibili. Indici spettrali. Ricerca e download di immagini Sentinel. SNAP (caricamento, visualizzazione, resampling, subset, spectral view). Google Earth Engine (script di base, gestione di time-series).

**- ENG -**

### **PART I: OVERVIEW OF GEODESY AND GENERALITIES ON GIS**

#### *-INTRODUCTION TO GIS (GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS)*

Application areas. Definition and architecture of a GIS. Potentialities and functionalities of a GIS. Difference between data and information. Characteristics of geographical and spatial information.

#### *-REMINDERS OF CARTOGRAPHY*

Recalls of geomatics and geodesy. Cartographic representation. The problem of representing the Earth's surface. Shape and size of the Earth's: geoid, spheroid, ellipsoid. Reference surfaces. Projections. Geographic coordinate systems. Plane coordinate systems. Comparison between coordinate systems. Altimetric reference systems. Concepts of photogrammetry, remote sensing, numerical cartography, GPS.

#### *-DATA MODELS IN GIS*

Vector modelling: the point; the line and the polygon. Raster modelling: mathematical meaning and main units; difference between spatial and radiometric resolution; the 'mixed pixel' problem; continuous data and discrete data. Comparison and conversion between models. Incoherence and geometric uncertainty. Topology. 'Spaghetti' model. 'Topological' model. Advantages and disadvantages of the two types. Topological relations between elements: relations between geometric primitives and topological primitives. The topology of areas. Euler's rule. Joins between data. Concept of scale and scale of representation in GIS. Key properties of spatial data. Origin of data: survey; digitisation; scanning. The concept of OpenData. Main GIS software and applications.

#### *-GEOGRAPHICAL DATABASES*

Definition of databases. Database Management System (DBMS). Database models: hierarchical database; reticular database and relational database. Relational Database Management System (RDBMS); Operations in an RDBMS. Joins between tables. Data query and SQL language. Geographical databases. Spatial Database Management System (SDBMS). Querying a geographical database (Spatial SQL). Construction of a geographical database. Evolution of GIS in relation to the databases used.

### **PART II: LABORATORY PRACTICE**

#### *-FIRST STEPS ON QGIS*

The QGIS software: overview; download and installation. QGIS Desktop graphical interface. Menu bar: Project; Edit; View; Layer; Settings; Plugins; Vector; Raster; Database; Web; Processing. Creation and management of a project in QGIS.

#### *-MANAGEMENT OF VECTOR DATA*

Types of vector data. The shapefile format. Adding a vector on QGIS. Analysis and visualisation of vector data. The attribute table. Operations with the attribute table. Selection operations. Layout of a vector data: categorisation; graduation and label management. Data export. Main geoprocesses: dissolve; split vector, merge vector and buffer). Creation of new vector files.

#### *-MANAGEMENT OF RASTER DATA*

Pyramid concept. Adding a raster. Characteristics of the grid format. Properties of a raster: size; spatial and radiometric resolution; opacity; visualisation of bands. Multi-band raster operations: extraction and merge of bands. Layout of a raster: colour ramps and interval management. Cropping of a raster. Digital elevation

models (DEM): the DTM and the DSM. Main derived rasters: slope and aspect. Reclassification algorithms: 'reclassify by table' and 'r.reclass'. Rasterization. Analysis of raster values.

**-EXERCISES**

Selection and dissolving of a vector data. Buffering and selection by position. Zonal statistics. Digitisation of points and lines. Interpolation. Photo interpretation and digitisation of a land use map. Use of CORINE legend. Map creation and print layout management.

**PART III: REMOTE SENSING**

Definition of Remote Sensing. History of Remote Sensing. Electromagnetic spectrum. Radiometric variables. Electromagnetic radiation-atmosphere interaction. Integration of electromagnetic radiation and the plant/soil/water system. Spectral signature. Active/passive remote sensing. Main available data. Spectral indices. Sentinel image search and download. SNAP (loading, viewing, resampling, subsetting, spectral view). Google Earth Engine (basic scripts, time-series management).

**-- TESTI DI RIFERIMENTO --**

- Biallo G. (2005). Introduzione ai sistemi informativi geografici. MondoGIS
- stad P. and Manson S. (2022). GIS fundamentals: a first text on Geographic Information Systems. 7<sup>th</sup> edition. Eider Press, Minnesota
- Burrough P., McDonnell R. and Lloyd C. (2015). Principles of Geographical Information Systems. 3<sup>rd</sup> edition. Oxford University Press.
- Gomarasca M. (2004). Elementi di Geomatica. Associazione Italiana di Telerilevamento.
- Mauro F. (2018). Esercizi svolti in QGIS: guida pratica all'analisi vettoriale.
- Wegmann M., Leutner B., Dech S. (2016). Remote sensing and GIS for ecologists: using open source software. Pelagic Publishing
- Jones H.J., Vaughan R.A. (2010). Remote sensing of vegetation: principles, techniques and applications. Oxford University Press (solo LM73)
- Materiale didattico fornito dal docente.
- Manuale utente e altra documentazione ufficiale presente sul sito di QGIS <https://www.qgis.org>
- Ricerche individuali
- Articoli scientifici pubblicati