**COS'È UN GIS?**

Un GIS è uno strumento per visualizzare, interrogare, analizzare e interpretare i dati per comprendere relazioni, tendenze e modelli

**QUALE TIPO DI DATI?**

DATI GEOGRAFICI: dati che possono essere referenziati geograficamente, cioè possono essere localizzati in un Sistema di Riferimento Geografico (cioè coordinate).

**Un GIS è più di una MAPPA!!!**

Consente l'esplorazione di domande spaziali più sofisticate di quanto sarebbe possibile esplorando semplicemente una mappa. È costituito da diversi componenti interagenti: software, persone, dati appropriati, hardware, approcci.

**CARATTERISTICHE GENERALI DEL GIS**

Un GIS si occupa della rappresentazione sia dei dati spaziali che dei dati degli attributi.

**DATI SPAZIALI.** Consistono della posizione di un oggetto territoriale sulla superficie terrestre (ovvero la posizione di un bosco nel paesaggio). Queste informazioni vengono memorizzate utilizzando una serie di coordinate geografiche.

**DATI SUGLI ATTRIBUTI**. Consistono in informazioni descrittive su un oggetto territoriale (cioè il tipo di foresta o l'età di un popolamento forestale). Queste informazioni vengono memorizzate in una tabella degli attributi.

**COORDINATE GEOGRAFICHE**

Un sistema di riferimento di coordinate geografiche (CRS) è un sistema di coordinate che consente di specificare ogni posizione sulla Terra.

y

P(x,y)

x

Un semplice sistema di riferimento di coordinate è rappresentato da un sistema cartesiano 2D o 3D in cui un punto (P) è specificato da una coppia di coordinate x, y (z) che sono le distanze con segno dal punto da due (o tre) perpendicolari fisse linee dirette. Ogni linea di riferimento è chiamata asse delle coordinate del sistema e il punto in cui si incontrano è la sua origine (0,0, (0)).

**COORDINATE GEOGRAFICHE TERRA**

Per individuare un punto sulla terra abbiamo bisogno di un sistema di riferimento poiché la superficie terrestre non è piatta….

È una sfera? Non abbastanza

La terra ha una superficie complessa e irregolare che si avvicina meglio al geoide.

Il geoide è la superficie del campo di gravità terrestre, che è approssimativamente uguale al livello medio del mare esteso attraverso i continenti. È perpendicolare alla direzione della forza di gravità. Poiché la massa della terra non è uniforme in tutti i punti e la direzione della gravità cambia, la forma del geoide è irregolare.

Il geoide è troppo complesso perché la forza di gravità dipende dalla densità della terra che è irregolare. Quindi, abbiamo bisogno di un modello della terra che abbia proprietà utilizzabili geometricamente e matematicamente (regolare).

Il modello adottato per la terra è l'ellissoide.

L'ellissoide è un modello matematico che approssima la forma della Terra. L'ellisse è un ovale, con un asse maggiore (l'asse più lungo - a) e un asse minore (l'asse più corto - b). Se si ruota l'ellisse, la forma della figura ruotata è l'ellissoide.

Sono stati sviluppati diversi tipi di ellissoide per minimizzare le differenze tra il geoide e l'ellissoide (DATUM). Uno dei più importanti è l'ellissoide di Hayford (1909). Uno dei più recenti è il WGS84 ed è valido per il globo. Viene utilizzato dal GPS (Global Positioning System).

Il **Datum** è il “modo” in cui l'ellissoide è posizionato rispetto al geoide. Un dato fornisce un quadro di riferimento per misurare le posizioni sulla superficie terrestre.

Il Datum può essere raggruppato in due classi:

• Dato globale: l'ellissoide è orientato al centro di gravità terrestre ed è valido per tutti i continenti (es. WGS84)

• Dato locale: l'ellissoide è tangente alla superficie reale della terra in un punto particolare, denominato punto di emanazione, che si trova all'interno del centro dell'area geografica da rappresentare (es. ED50 per l'Europa, ROME40 per l'Italia).

Una volta selezionato un datum, possiamo definire un insieme di coordinate geografiche per individuare un punto sulla terra:

**LATITUDINE φ:** la latitudine di un punto sulla superficie terrestre è l'angolo tra il piano equatoriale e la linea retta che passa per quel punto e per il centro della Terra. Sul piano cartesiano corrisponde alla **Y.**

**LONGITUDINE λ:** la longitudine di un punto sulla superficie terrestre è l'angolo est o ovest da un meridiano di riferimento (Greenwich) a un altro meridiano che passa per il punto. Sul piano cartesiano corrisponde alla **X**.

Le coordinate geografiche sono misurate in gradi.

**ELEVAZIONE:** l'altezza sopra o sotto un punto di riferimento fisso, più comunemente un modello matematico del livello terrestre del mare (

Una breve nota sull'elevazione: quando l'elevazione viene misurata da un GPS, il valore restituito si riferisce all'ellissoide che differisce dalla vera altezza topografica.

**Altezza GPS - Altezza topografica**

Per ricavare l'altezza topografica dovremmo conoscere:

1) l'altezza dell'ellissoide, che è l'altezza misurata dal GPS.

2) l'altezza del geoide che proviene da un geoide.

Di solito lavoriamo su mappe 2D (piatte).

Come si converte l'ellissoide che è un solido in una mappa piatta?

**PROIEZIONE MAPPA:** La proiezione cartografica permette di rappresentare un oggetto situato sulla superficie terrestre che ha una superficie "curva" rispetto ad una mappa che è piatta con distorsioni minime  Le coordinate proiettate sono misurate in metri

**DISTORSIONI:** il passaggio da un ellissoide a una mappa 2D introduce alcuni tipi di distorsioni (angolare, lineare, area).

**TIPI DI PROIEZIONE**

Esistono diversi tipi di proiezione cartografica, ognuna con i suoi vantaggi / svantaggi

Il tipo di proiezione da utilizzare dipende dalla posizione geografica dell'area da rappresentare e dall'utilizzo della mappa

Possiamo classificare i diversi tipi di proiezioni cartografiche in base alla distorsione introdotta con la proiezione:

• Conforme

• Equidistante

• Area uguale

**Conforme:** queste proiezioni vengono utilizzate quando la conservazione delle relazioni angolari è importante. Sono comunemente usate per compiti di navigazione o meteorologici. Il tipo di proiezione conforme provoca distorsioni delle aree, il che significa che se le misurazioni dell'area vengono effettuate sulla mappa, saranno errate. Esempi sono la proiezione di Mercatore e la proiezione della conica conforme di Lambert.

**Equidistante**: queste proiezioni vengono utilizzate quando l'obiettivo è misurare la distanza. Il tipo di proiezione, chiamato proiezioni equidistanti, richiede che la scala della mappa sia mantenuta costante. Una mappa è equidistante quando rappresenta correttamente le distanze dal centro della proiezione a qualsiasi altro punto della mappa. Queste proiezioni vengono utilizzate per la mappatura radio e sismica e per la navigazione. La proiezione equirettangolare è una proiezione equidistante.

**Aree uguali:** queste proiezioni vengono utilizzate quando l'obiettivo è misurare le aree. Quando una mappa rappresenta aree dell'intera mappa, in modo che tutte le aree mappate abbiano la stessa relazione proporzionale con le aree sulla Terra che rappresentano, la mappa è una mappa di area uguale. Una proiezione di area uguale si traduce in distorsioni della conformità angolare quando si tratta di grandi aree. L'area conica uguale di Alber, le proiezioni cilindriche di area uguale di Lambert sono tipi di proiezioni di area uguale.

Possiamo classificare le diverse famiglie di proiezioni cartografiche secondo i metodi utilizzati per produrre le mappe. La transizione dall'ellissoide alla mappa 2D può essere eseguita:

1) proiettando i punti su un piano tangente (o secante) relativo a un punto di vista (proiezione azimutale (o planare))

2) utilizzando "superficie sviluppabile" come un cilindro o un cono (proiezioni cilindriche e coniche).

Ogni famiglia (Azimutale, Cilindrica e Conica) può essere classificata in:

• **Proiezioni normali** se il piano è tangente al polo, o se il cilindro o il cono hanno l'asse parallelo all'asse terrestre.

• **Proiezioni trasversali** se il piano è tangente all'equatore, oppure se il cilindro o il cono hanno l'asse perpendicolare rispetto all'asse terrestre.

• **Proiezioni oblique** se il piano, il cilindro o il cono sono tangenti a qualsiasi punto della superficie terrestre.

**PROIEZIONI AZIMUTALI:** le proiezioni azimutali sono normalmente proiezioni normali e si comportano bene quando rappresentano le aree vicino ai poli; Sono proiezioni conformi poiché preservano le relazioni angolari. Un tipo di proiezioni azimutali è la proiezione stereografica.

**PROIEZIONI CILINDRICHE:** le proiezioni cilindriche sono conformi. Per le normali proiezioni cilindriche, meridiani e paralleli formano angoli retti, determinando una griglia rettangolare. Questo tipo di proiezione ha distorsioni che aumentano vicino ai poli. Pertanto, questa proiezione può essere utilizzata intorno ai tropici dove sono conformi. Le proiezioni cilindriche trasversali formano una griglia curvilinea: solo il meridiano centrale e l'equatore formano un angolo retto. Le distorsioni aumentano allontanandosi dal meridiano centrale.

**PROIEZIONI CONICHE**: le proiezioni coniche sono normali e utilizzano quasi universalmente l'aspetto polare. I meridiani sono linee rette equidistanti, convergenti in un punto che può essere o meno un polo. Ogni parallelo attraversa tutti i meridiani ad angolo retto e il modello di distorsione è lo stesso lungo ogni parallelo. Possono essere utilizzati per rappresentare aree a latitudini medie.

Esistono altri tipi di proiezioni cartografiche che derivano dalle suddette proiezioni “di base”. Sono versioni modificate delle mappe di base per ridurre le distorsioni.

La più importante è la proiezione conforme **Universal Transverse Mercator (UTM)**. Viene utilizzato in generale in tutto il mondo. È pseudocilindrico, cioè il meridiano centrale e le parallele sono linee rette. Altri meridiani sono curvi (o possibilmente diritte dal polo all'equatore), regolarmente distanziate lungo paralleli.

La proiezione UTM è utilizzata per coprire l’intero globo. Questa tipologia di Mappa risolve il problema dovuto alle differenze di latitudine. Tuttavia, le distorsioni aumentano allontanandosi dal meridiano centrale (sono accettabili entro 6 ° gradi, cioè + 3 ° e -3 ° dal meridiano centrale).

Per evitare troppe distorsioni, il mondo è diviso in 60 zone uguali che sono tutte larghe 6 gradi di longitudine da est a ovest, e utilizza una proiezione di Mercatore trasversale secante in ciascuna zona (quindi non è un sistema di proiezione di mappa singola). Le zone UTM sono numerate da 1 a 60, a partire dalla linea della data internazionale (zona 1 a 180 gradi di longitudine ovest) e procedendo verso est fino alla linea della data internazionale (zona 60 a 180 gradi di longitudine est).

Quindi il mondo è diviso in 20 bande orizzontali larghe 8 ° di latitudine. Le 20 bande sono etichettate con lettere, che iniziano con C e finiscono con X da sud a nord. Le zone UTM sono etichettate specificando prima la zona dei numeri (colonne) e le zone delle lettere (righe). (cioè, 33T)

Ogni zona ha un meridiano centrale che si estende da nord a sud lungo il centro della zona (3 ° dai confini della zona est e ovest), dividendo la zona in due metà uguali.

Ciascuna zona viene quindi suddivisa in una griglia regolare di 100 km x 100 km contrassegnata da una coppia di lettere maiuscole.

Le coordinate di un punto nei sistemi **UTM** sono:

**Est (X) Nord (Y)**

E si misurano in metri; Per evitare valori negativi, il meridiano centrale di ciascuna zona ha un valore di X = 500 000 metri chiamato falso est; Per i punti all'interno dell'emisfero settentrionale della terra, l'equatore ha un valore di Y = 0 mentre per i punti all'interno dell'emisfero meridionale, l'equatore ha un valore di Y = 1000000 metri per evitare valori negativi ed è chiamato falso nord.

**CODICE EPSG:** a causa dell'enorme numero di sistemi di riferimento di coordinate (CRS) esistenti nel mondo, sia geografici che proiettati, l'European Petroleum Survey Group ha sviluppato un database degli ellissoidi terrestri, datum e CRS. Ogni CSR all'interno del database è descritto dal suo ellissoide, meridiano, sistema di proiezione… ed è identificato da un codice univoco, l'EPSG. Ad esempio, ogni zona UTM ha il proprio codice EPSG.