



# Master I livello “POLIS Making: Strumenti di gestione per la qualità del vivere” V Edizione

 POLITECNICO DI MILANO

Polo Territoriale di Como  
Laboratorio di Geomatica



## Introduzione ai GIS

Marco Negretti - Politecnico di Milano, Polo Territoriale di Como  
[marco.negretti@polimi.it](mailto:marco.negretti@polimi.it)

20/02/2015



Definire un **Sistema Informativo Territoriale (SIT)** o **Geographic Information System (GIS)** porta necessariamente a definire obiettivi e metodi:

- per **obiettivi** del GIS si intende l'insieme di risultati che si vogliono conseguire al momento della definizione e creazione del GIS stesso
- i **metodi** del GIS sono invece l'insieme di operatori, codificati in forma astratta, che permettono il conseguimento di tali obiettivi



Un GIS è una struttura costituita da

- **strumenti e tecnologie** impegnate ad acquisire, memorizzare, gestire, trasformare, analizzare e visualizzare dati spaziali georeferenziati
- **dati georeferenziati**: qualsiasi tipo di informazione (punti di interesse, elementi del territorio, infrastrutture, documenti, eventi,...) che può essere messa in relazione con una parte specifica della superficie terrestre

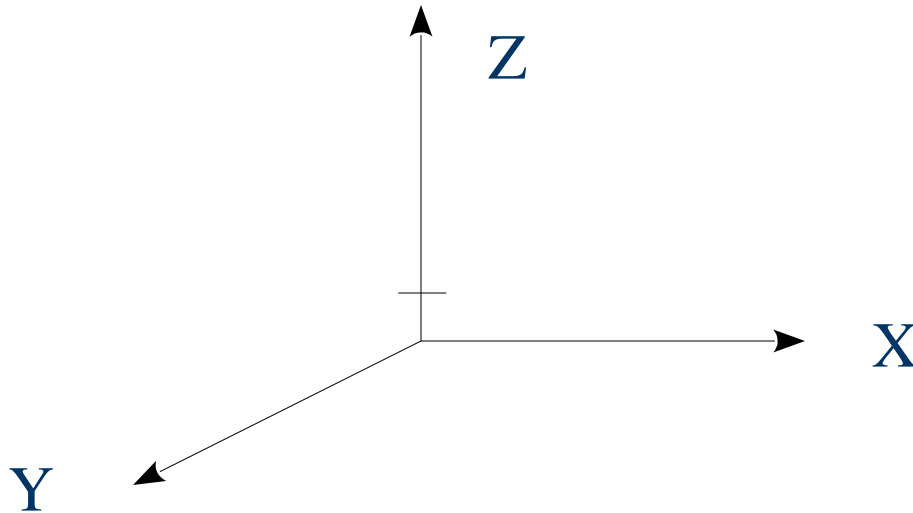


I **dati georeferenziati** rappresentano fenomeni del mondo reale e sono caratterizzati:

- dalla posizione nello spazio rispetto ad un sistema di riferimento e di coordinate
- da attributi (colore, temperatura, ...)
- dalle reciproche relazioni spaziali (topologiche, direzionali, di distanza)



- Un sistema di coordinate



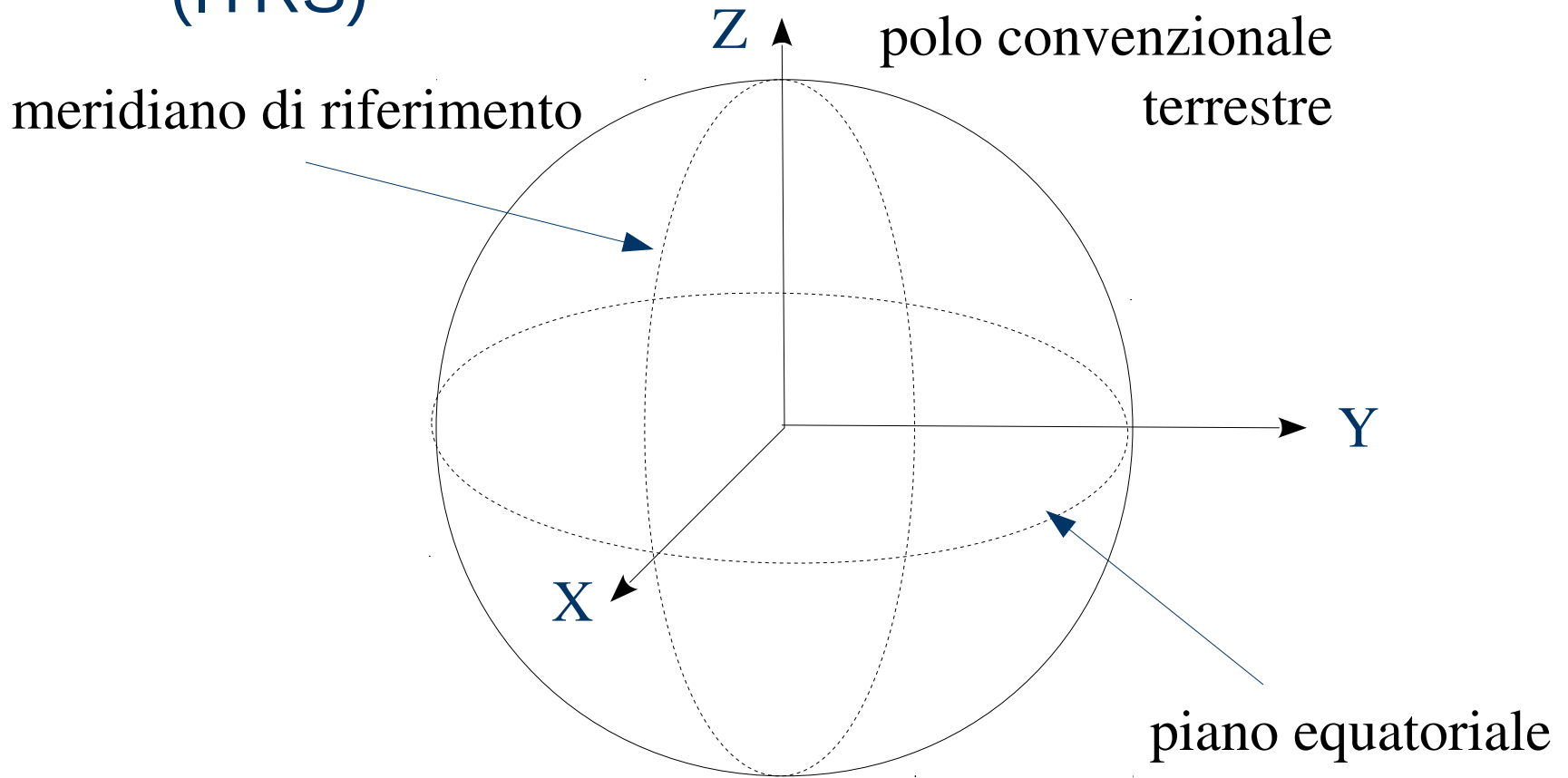
- Un sistema di coordinate fissato mediante la definizione di punti fisici, misure, regole, vincoli e scelte compatibili tra loro è un **Sistema di Riferimento (S.R.)**



- Ad esempio, il sistema di riferimento globale, International Terrestrial Reference System (ITRS)
  - asse Z: tale che passi per il Polo Convenzionale Terrestre
  - asse X: definito dall'intersezione fra il piano del meridiano di riferimento (Greenwich) e il Piano Equatoriale Convenzionale Terrestre
  - asse Y: in modo da completare la terna destrorsa



- Ad esempio, il sistema di riferimento globale, International Terrestrial Reference System (ITRS)





- Ad esempio, il sistema di riferimento globale, International Terrestrial Reference System (ITRS)
  - gli assi non sono ancorati nel tempo a punti fisici o convenzionali
  - si muovono reciprocamente: geodinamica globale, fenomeni locali

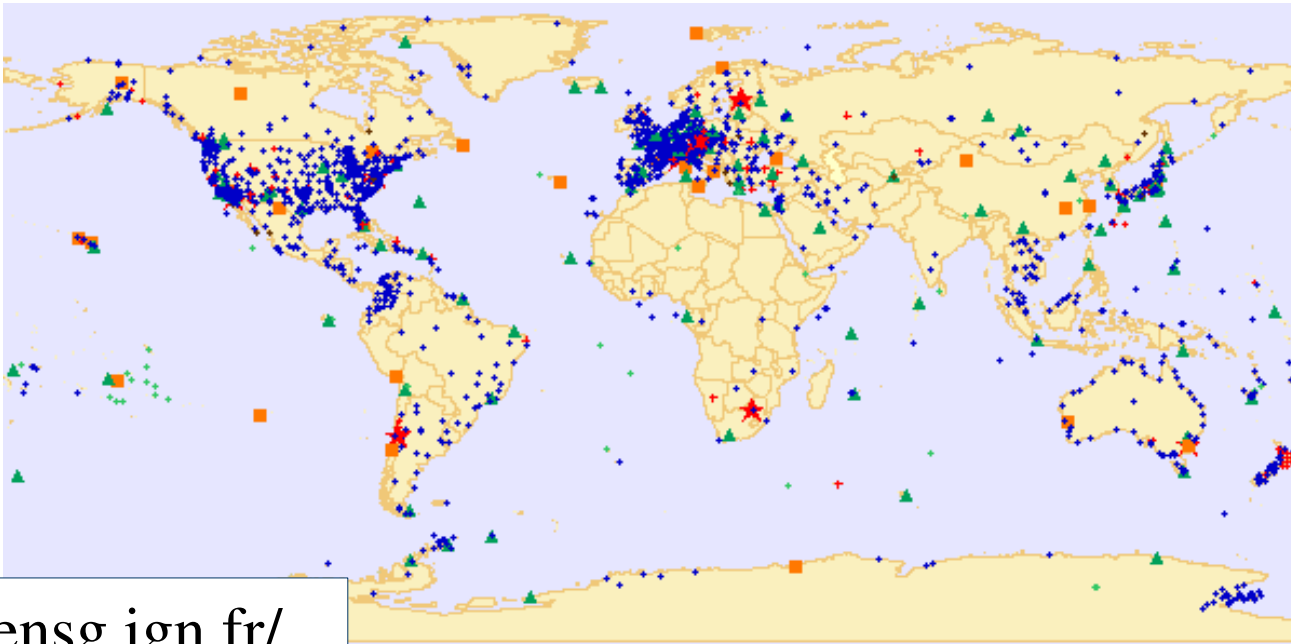




- Realizzazione di ITRS:  
International Terrestrial Reference Frame  
(ITRF)
  - realizzazione ad un dato tempo dell'ITRS mediante reti globali di stazioni permanenti che utilizzano diversi metodi VLBI (Very Long Baseline Interferometry), SLR (Satellite Laser Ranging), GPS (Global Position System), DORIS (Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite) per stimare la propria posizione e il proprio spostamento nel tempo



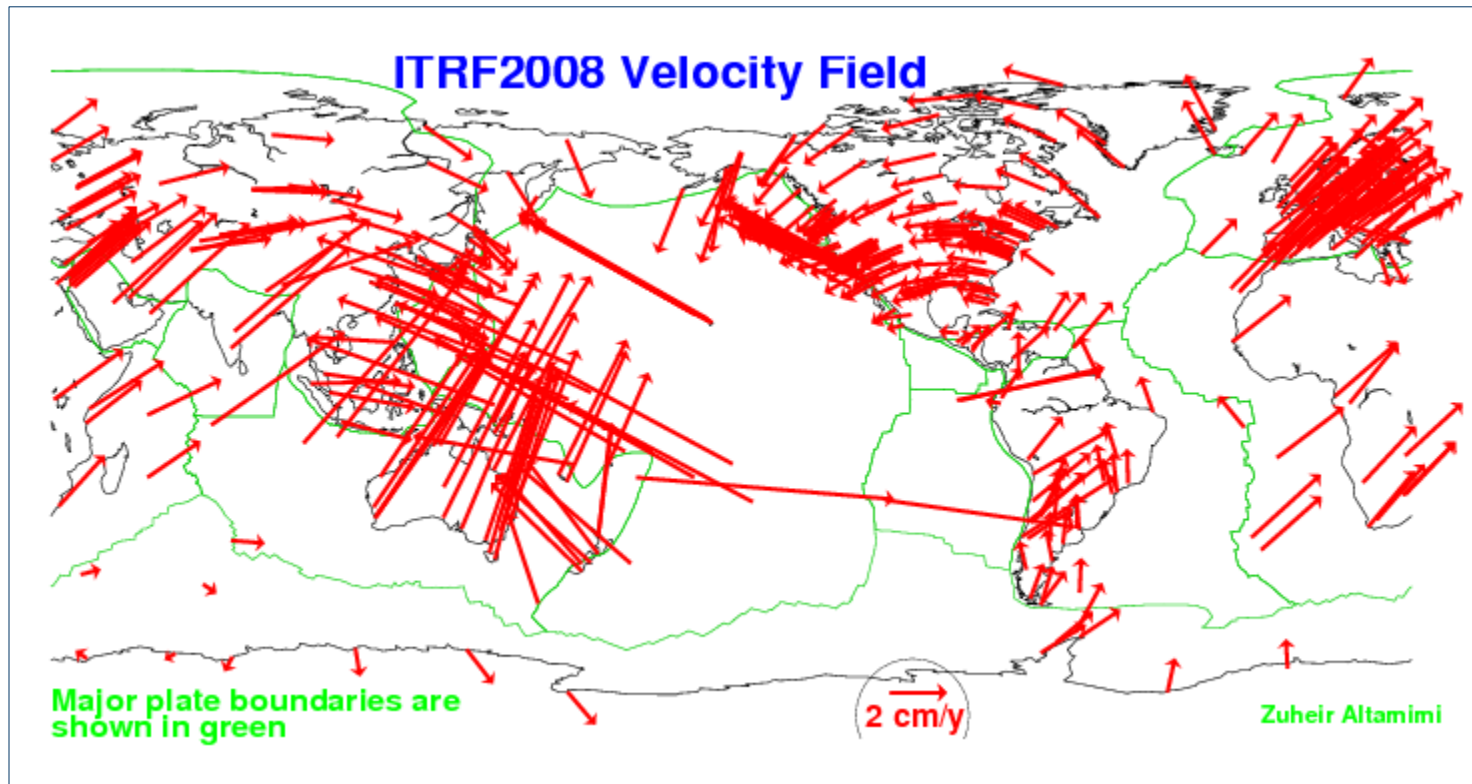
- Realizzazione di ITRS:  
International Terrestrial Reference Frame  
(ITRF)
  - consiste nel catalogo delle coordinate delle Stazioni Permanenti che hanno contribuito alla soluzione
    - ITRF89, ITRF94,..., ITRF2008



<http://itrf.ensg.ign.fr/>



- Realizzazione di ITRS:  
International Terrestrial Reference Frame  
(ITRF)

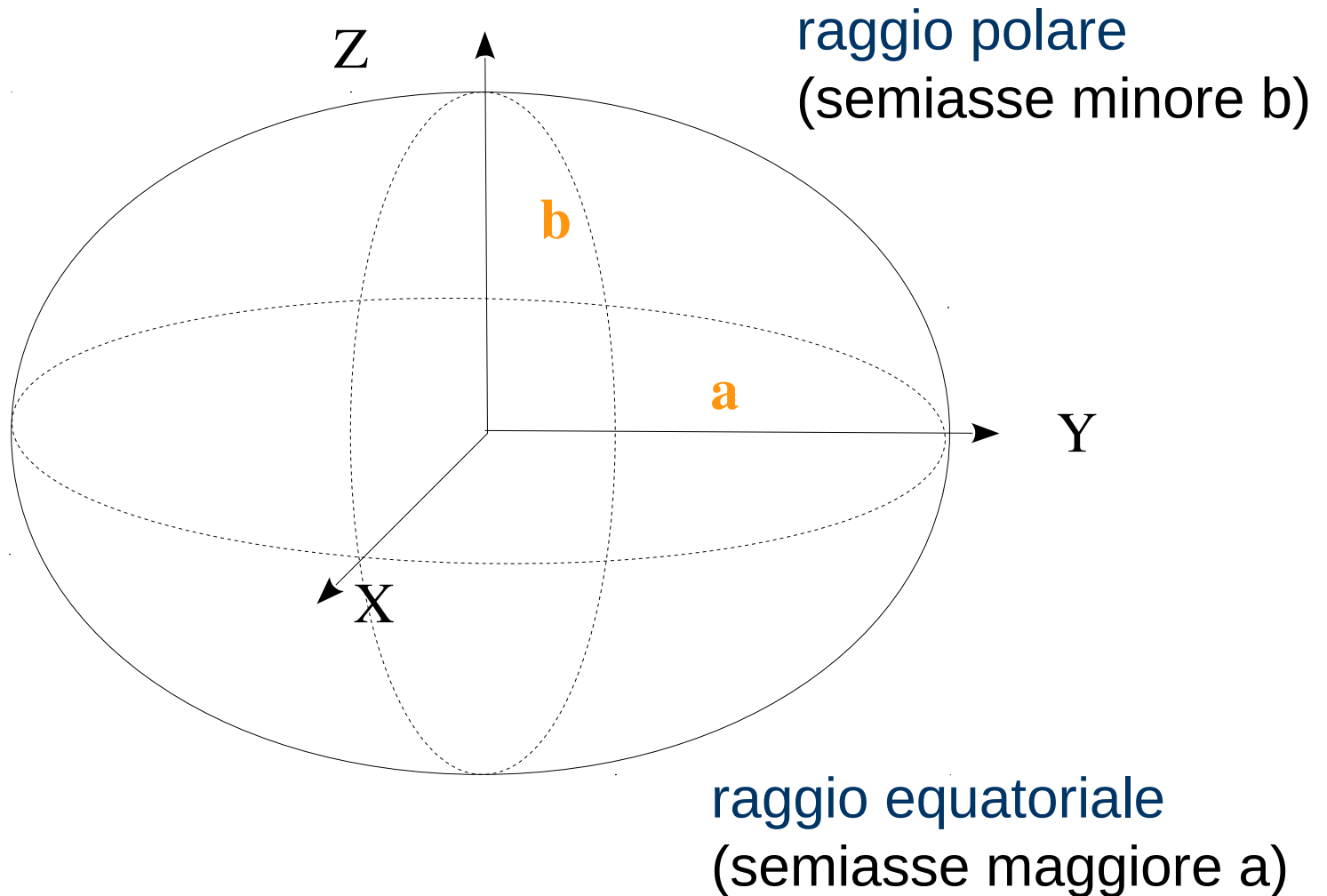




- Per poter dare la posizione di un punto sulla Terra è comodo definire una **superficie di riferimento**
- Per essere facilmente trattabile una superficie di riferimento deve avere due caratteristiche fondamentali:
  - essere **descrivibile matematicamente**
  - essere **individuabile fisicamente**
- **Diversi sistemi di riferimento:**
  - altimetrico (geoide => superficie equipotenziale che descrive il livello medio del mare)
  - planimetrico (ellissoide)



- Ellissoide di riferimento





- Ellissoide di riferimento

Ellissoide	a (m)	b	f
Internazionale (Hayford, 1924)	6378388		1/297
WGS84	6378137		1/298,257223563
GRS80	6378137		1/298,257222101
...	...		...

$$f = (a - b)/a$$



## sistema di riferimento e di coordinate

- Ellissoide di riferimento
  - sistema di coordinate geodetiche

Z

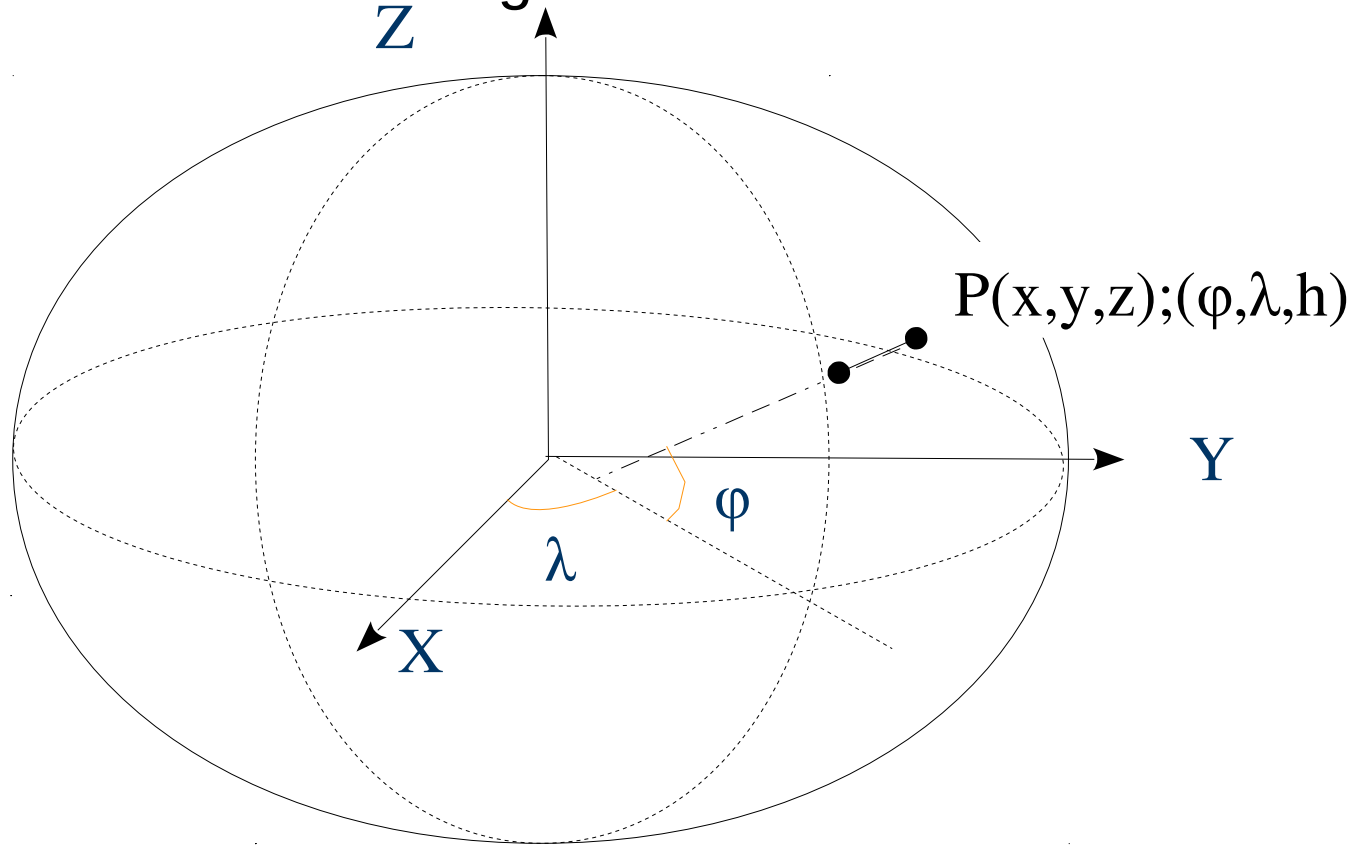
$\varphi$  (latitudine geodetica): angolo fra la normale all'ellissoide passante per P e il piano equatoriale [X,Y];

$\lambda$  (longitudine geodetica): angolo antiorario fra il piano meridiano per P e il piano meridiano origine [X,Z];

$h$  (quota ellissoidica): distanza lungo la normale all'ellissoide fra l'ellissoide stesso e P



- Ellissoide di riferimento
  - sistema di coordinate geodetiche







- Geoide

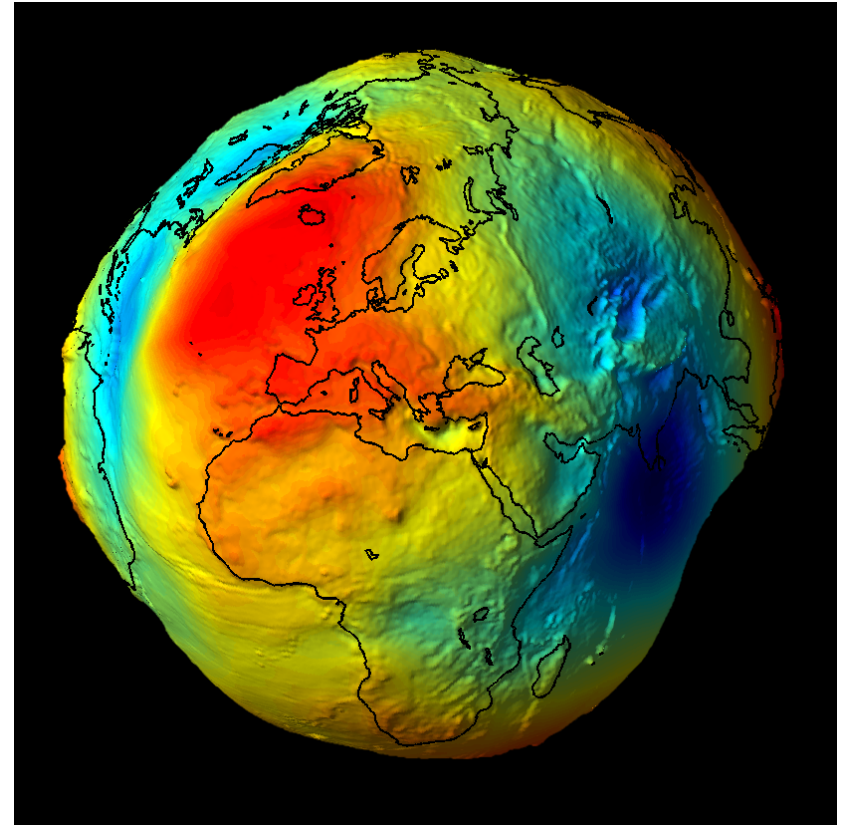
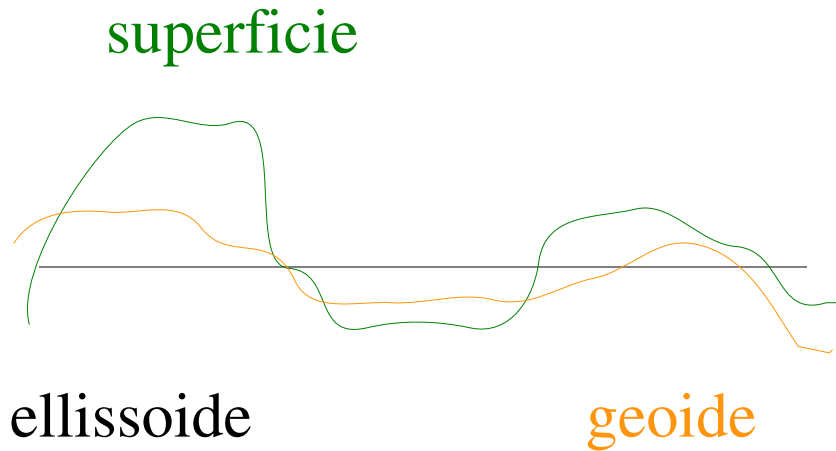


immagine dal sito dell'ESA



- Sistemi di Riferimento locali
  - ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989.0)
    - coincidente con l'ITRS nel 1989.0, ma solidale al moto europeo
  - in Italia, oltre a quello europeo, sono ancora in uso:
    - roma40
    - ed50
  - I metodi utilizzati per i passaggi tra i tre datum:
    - trasformazioni mediante le isolinee delle differenze di longitudine e latitudine
    - trasformazioni mediante costanti additive
    - trasformazioni mediante formula di Molodensky
    - errori fino ad 8 m se non si hanno i parametri locali di trasformazione



- E tanti altri...

Project Properties | CRS

Enable 'on the fly' CRS transformation

Filter

Recently used coordinate reference systems

Coordinate Reference System	Authority ID
WGS 84	EPSG:4326
WGS 84 / UTM zone 32N	EPSG:32632

Coordinate reference systems of the world  Hide deprecated CRSs

Coordinate Reference System	Authority ID
Viti Levu 1912	EPSG:4752
Viti Levu 1916	EPSG:4731
Voiron 1875	EPSG:4304
Voiron 1875 (Paris)	EPSG:4811
Voiron 1879	EPSG:4671
Voiron 1879 (Paris)	EPSG:4821
WGS 66	EPSG:4760
WGS 72	EPSG:4322
WGS 72BE	EPSG:4324
WGS 84	EPSG:4326
WGS72	IGNF:WGS72G
Wake Island 1952	EPSG:4733
Wallis - Uvea 1978 (MOP78)	IGNF:WALL78GEO
World Geodetic System 1984	IGNF:WGS84G
Xian 1980	EPSG:4610
Yacare	EPSG:4309
Yemen NGN96	EPSG:4163
Yoff	EPSG:4310
Zanderij	EPSG:4311

Selected CRS: WGS 84

+proj=longlat +datum=WGS84 +no\_defs

Help OK Apply Cancel



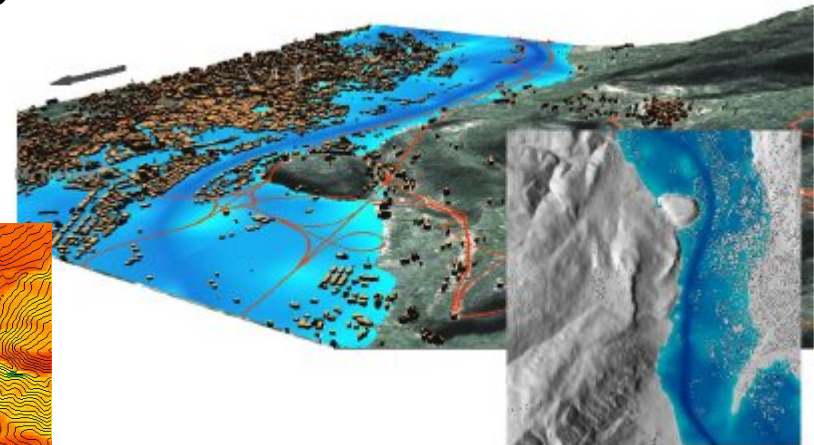
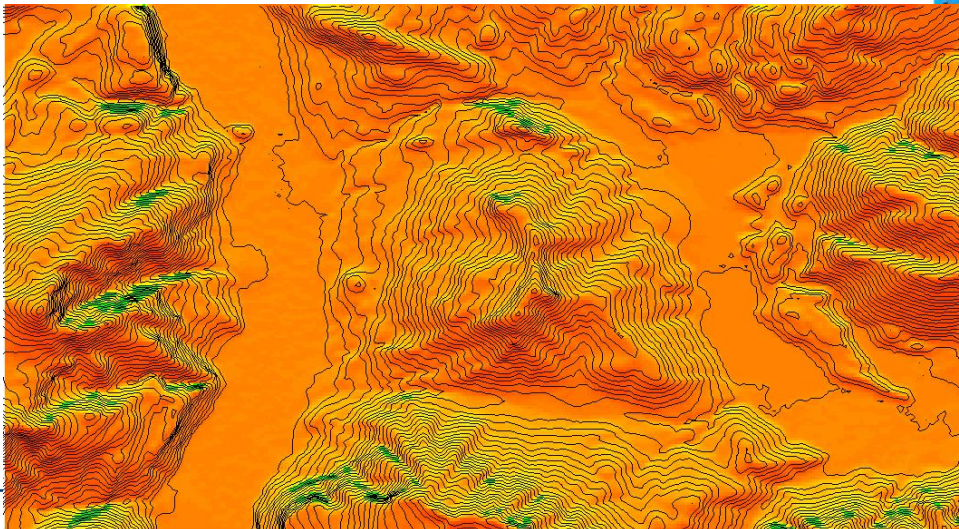
Un ambiente **GIS** è caratterizzato da

- funzionalità disponibili
- modelli e formati dei dati
- metadati
- architettura dei GIS
  - desktop GIS
  - internet GIS
  - mobile GIS



## Funzionalità

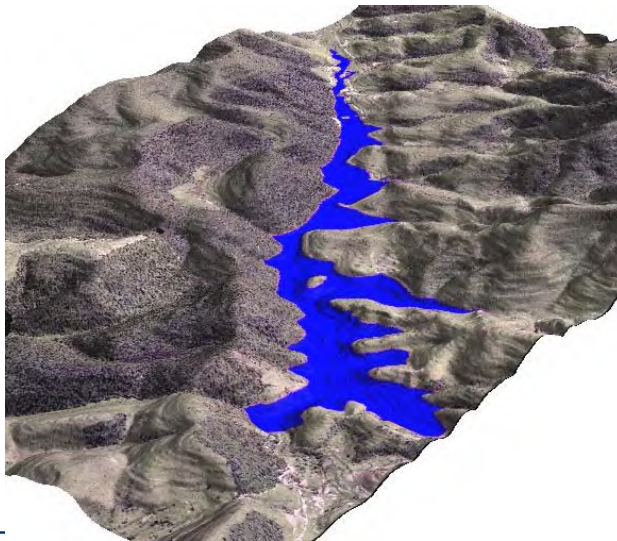
- Rischi naturali
  - aree a rischio di alluvioni, tsunami
  - simulazione diffusione incendi
  - rischio frane, valanghe
  - erosione suolo
  - ...



immagini da <http://grass.osgeo.org>



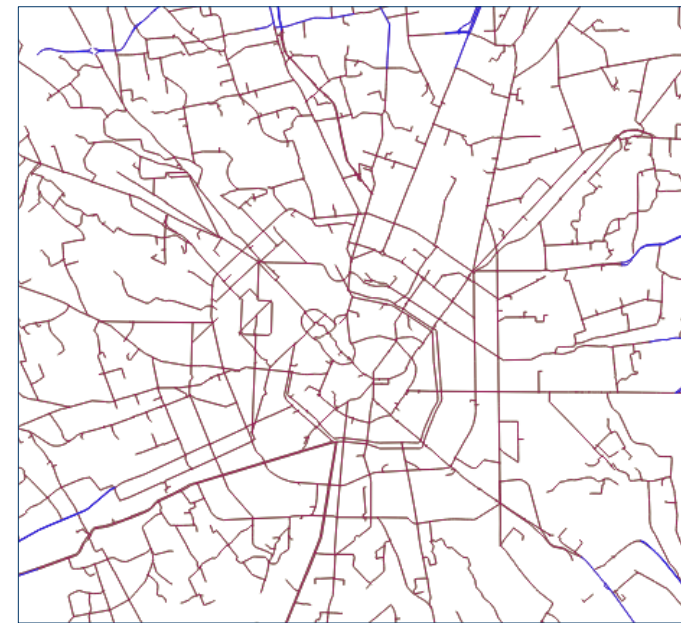
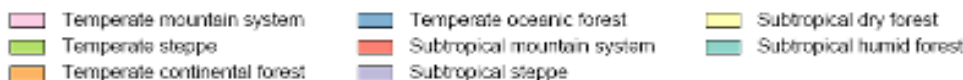
- Pianificazione
  - modelli 3D edifici
  - calcolo della radiazione solare incidente
  - ...
- Protezione e monitoraggio dell'ambiente
  - modelli idrologici
  - ...



immagini da <http://grass.osgeo.org>



- Analisi di rete
  - calcolo del percorso minimo
  - simulazioni di traffico
  - ...
- Cartografia
  - creazione di carte tematiche



immagini da <http://grass.osgeo.org>



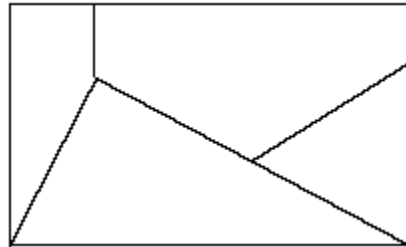
## Modelli e formati dei dati

- modelli raster, vettoriali e immagini
- formati di archiviazione
  - shape file, geodatabase, DWG, DXF
  - database con estensioni spaziali
    - PostgreSQL, Oracle,...
- formati proprietari
- formati standard e aperti

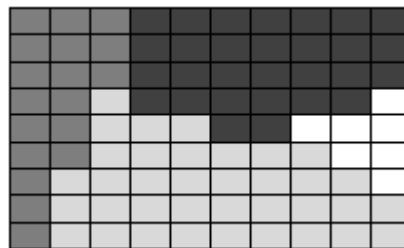




- carta vettoriale: coordinate dei punti che descrivono la forma geometrica + tabella degli attributi



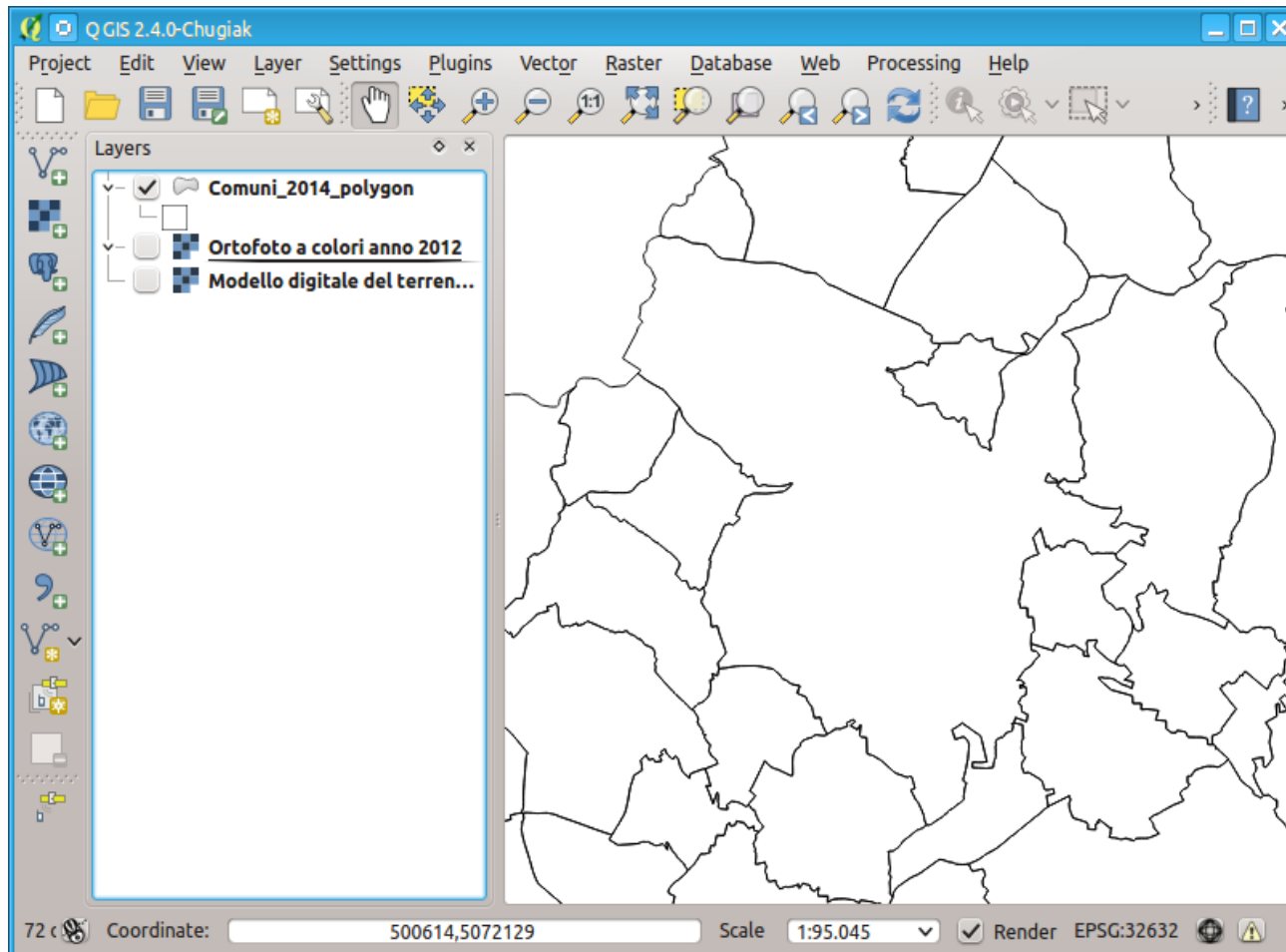
- carta raster: matrice numerica



- immagini (ripresa aerea, da satellite,...)

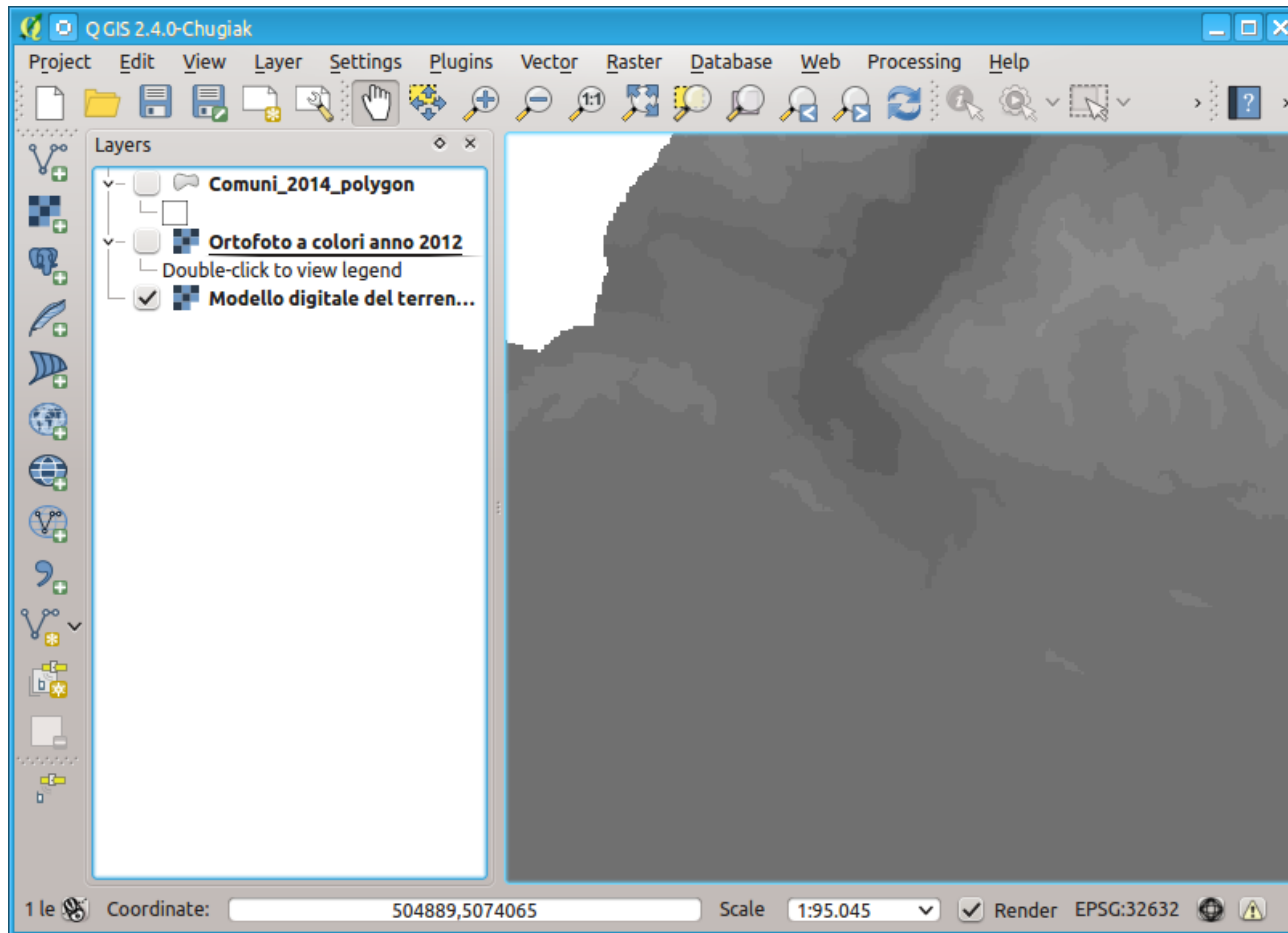
## dati - vettoriali, raster, immagini

- Esempio di carta vettoriale:
  - confini comunali



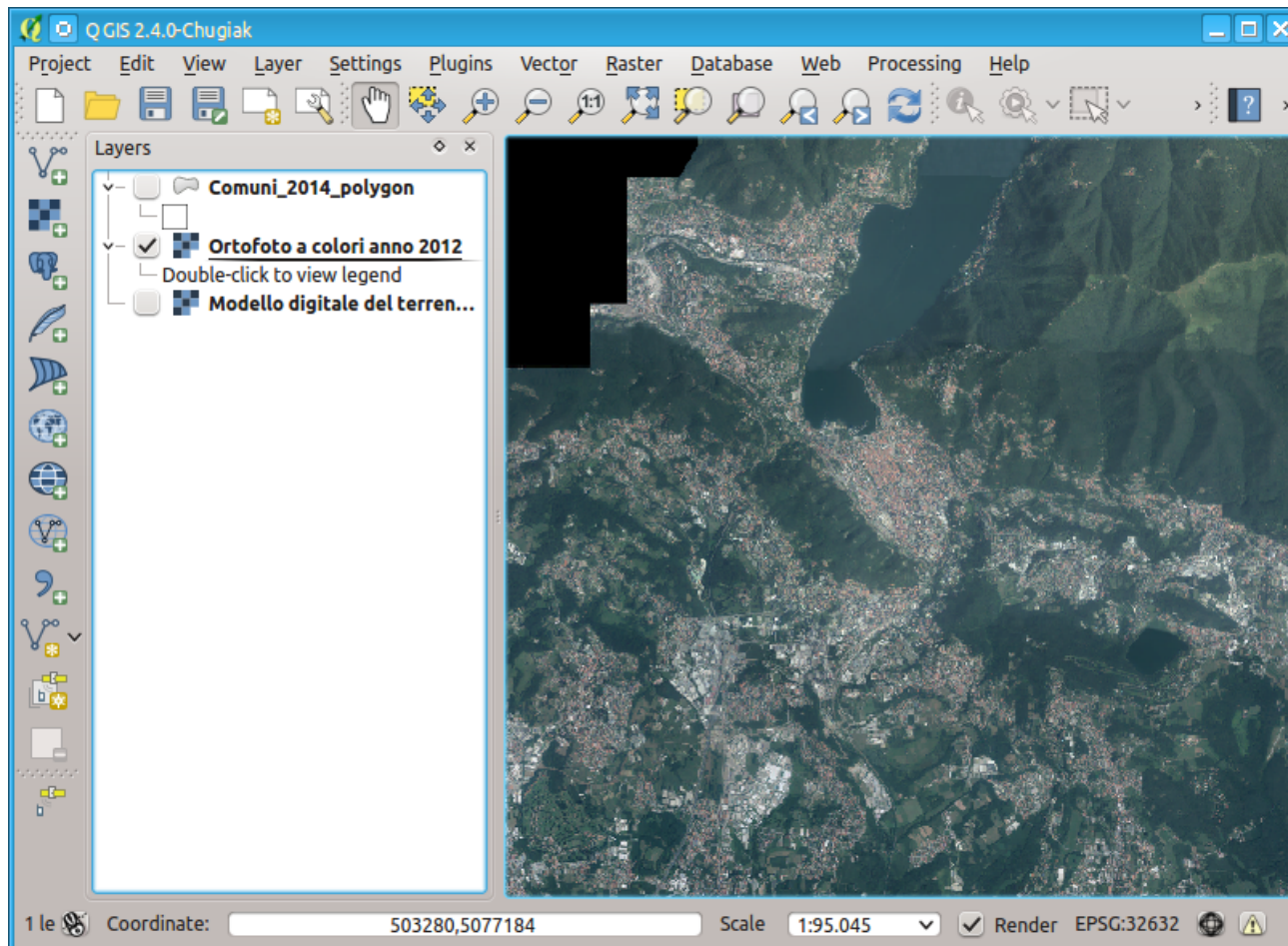
## dati - vettoriali, raster, immagini

- Esempio di carta raster:
  - modello digitale del terreno (DTM)



## dati - vettoriali, raster, immagini

- Esempio di immagine georeferenziata:
  - ortofoto





- Nel corso degli anni le società che hanno realizzato applicativi GIS hanno definito diversi formati\* per la memorizzazione dei dati geografici
- Il medesimo contenuto può quindi essere memorizzato con convenzioni diverse, a seconda del SW utilizzato per realizzarlo, elaborarlo,...

\* per formato si intende "la convenzione che viene usata per leggere, scrivere e interpretare i contenuti di un file"

[http://it.wikipedia.org/wiki/Formato\\_di\\_file](http://it.wikipedia.org/wiki/Formato_di_file)



- Autodesk: DWG, DXF
  - strade.dwg, strade.dxf
- ESRI: shape file, geodatabase, coverage,...



- MapInfo: TAB
- ...e molti altri ancora
- La libreria GDAL/OGR fornisce gli strumenti per passare da un formato all'altro
  - [http://www.gdal.org/formats\\_list.html](http://www.gdal.org/formats_list.html) (135)
  - [http://www.gdal.org/ogr\\_formats.html](http://www.gdal.org/ogr_formats.html) (80)



- Formati di dati proprietari e chiusi: solo chi ha definito il formato può interpretarne correttamente il contenuto
  - difficoltà nella condivisione dei dati
  - vincoli nella scelta del software GIS
  - perdita di informazioni nel passaggio da un formato all'altro
- codifica aperta e standard
  - libero accesso ai dati



- ISO
  - TC211 è il Technical Committee ISO che si occupa degli standard per le informazioni geografiche e la geomatica
    - ISO 19101:2005 Geographic information - Reference model (norma italiana: UNI-EN-ISO19101)
    - ISO 19134:2007 Geographic information - Location-based services - Multimodal routing and navigation
    - ISO 19136:2007 Geographic information - Geography Markup Language (GML)
    - ...

<http://www.isotc211.org/>





- **OGC**: Open Geospatial Consortium
  - partecipano al consorzio società, istituti di ricerca e amministrazioni
    - più di 500 membri
    - è finanziato dagli aderenti
  - Compito è quello di sviluppare in modo concordato delle specifiche per interfacce di dati geografici (applicazioni Web, applicazioni mobili, applicazioni location based services - LBS)
  - collabora con il TC211

<http://www.opengeospatial.org/>



## INSPIRE

INSPIRE è una Direttiva (2007/2/EC del 14 marzo 2007) del Parlamento europeo e del Consiglio che ha l'obiettivo di definire le modalità di interoperabilità delle infrastrutture di dati spaziali creati dagli Stati membri

Ogni Infrastruttura nazionale dovrà mettere a disposizione dati geografici, metadati e servizi seguendo le **Implementing Rules** definite nella direttiva

<http://inspire.ec.europa.eu/>





## Metainformazione (Metadati)

- Lo scopo dei metadati è corredare i dati geografici di una serie di informazioni di supporto molto importanti, come il produttore, il periodo di validità, restrizioni all'uso, ...
- Sono stati definiti diversi standard di metadati
  - dublin core
  - ISO 19115
  - CNIPA
  - ...



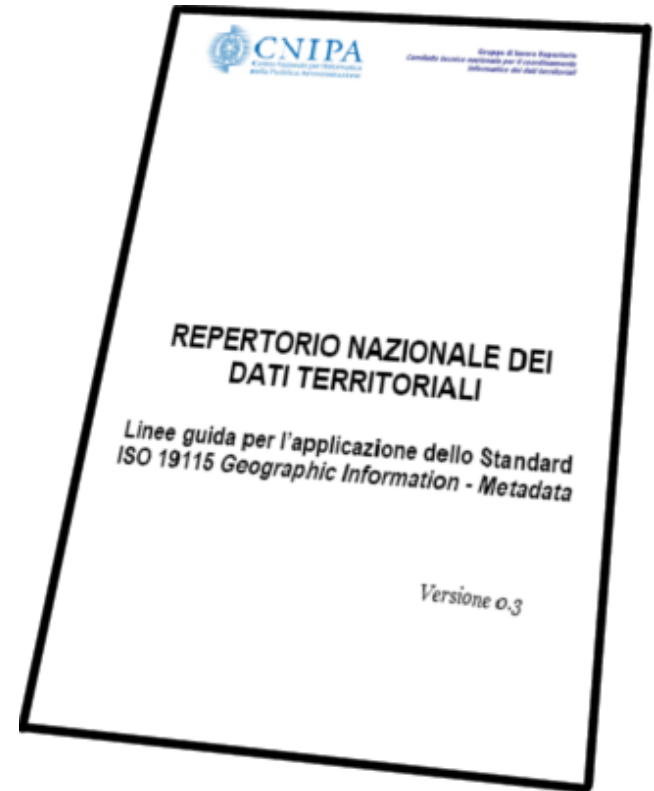
## CNIPA

Il **CNIPA** (Centro Nazionale per Informatica nella Pubblica Amministrazione), dal 14 Dicembre 2009 **DigitPA**, ha identificato un insieme minimo di elementi di metadati (Core metadati) necessario per documentare tutte le tipologie di dati territoriali (cartografia, immagini, modelli digitali del terreno, reti geodetiche,...) prodotti e/o gestiti dalla Pubblica Amministrazione italiana



E' stato definito un documento di riferimento per le pubbliche amministrazioni:

- “Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali – Linee guida per l’applicazione dello Standard ISO 19115: *Geographic Information-Metadata*”, versione 0.3 (25 settembre 2006)





Obiettivo del documento era migliorare:

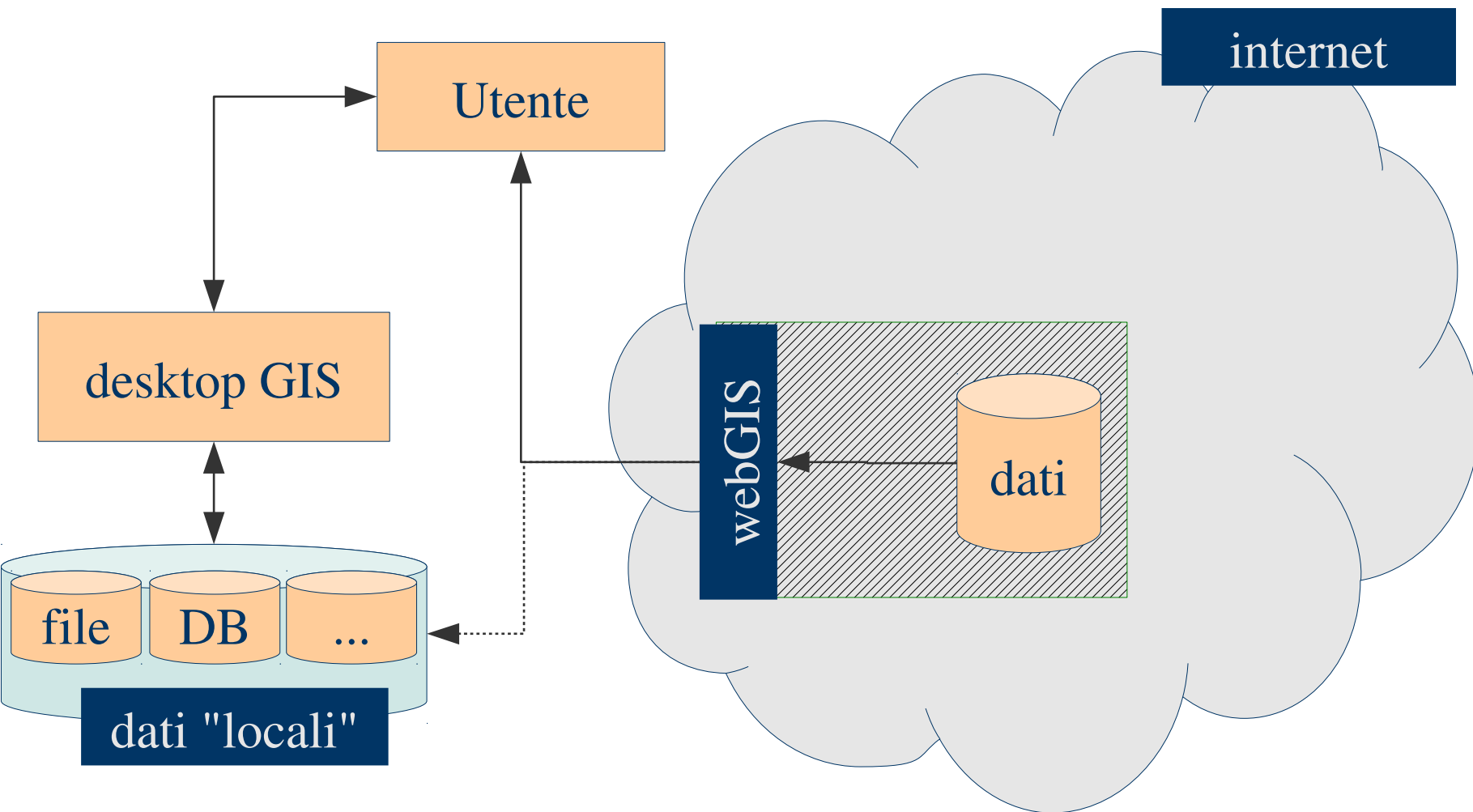
- **condivisione**
- **accessibilità**
- **interoperabilità**

per quanto riguarda i dati prodotti e/o gestiti dalle amministrazioni pubbliche a livello centrale, regionale e locale

- Un portale per gestire l'inserimento e la consultazione dei metadati relativi ai dati posseduti dalla pubblica amministrazione
  - RNDT - Registro Nazionale dei Dati
    - <http://www.rndt.gov.it/>

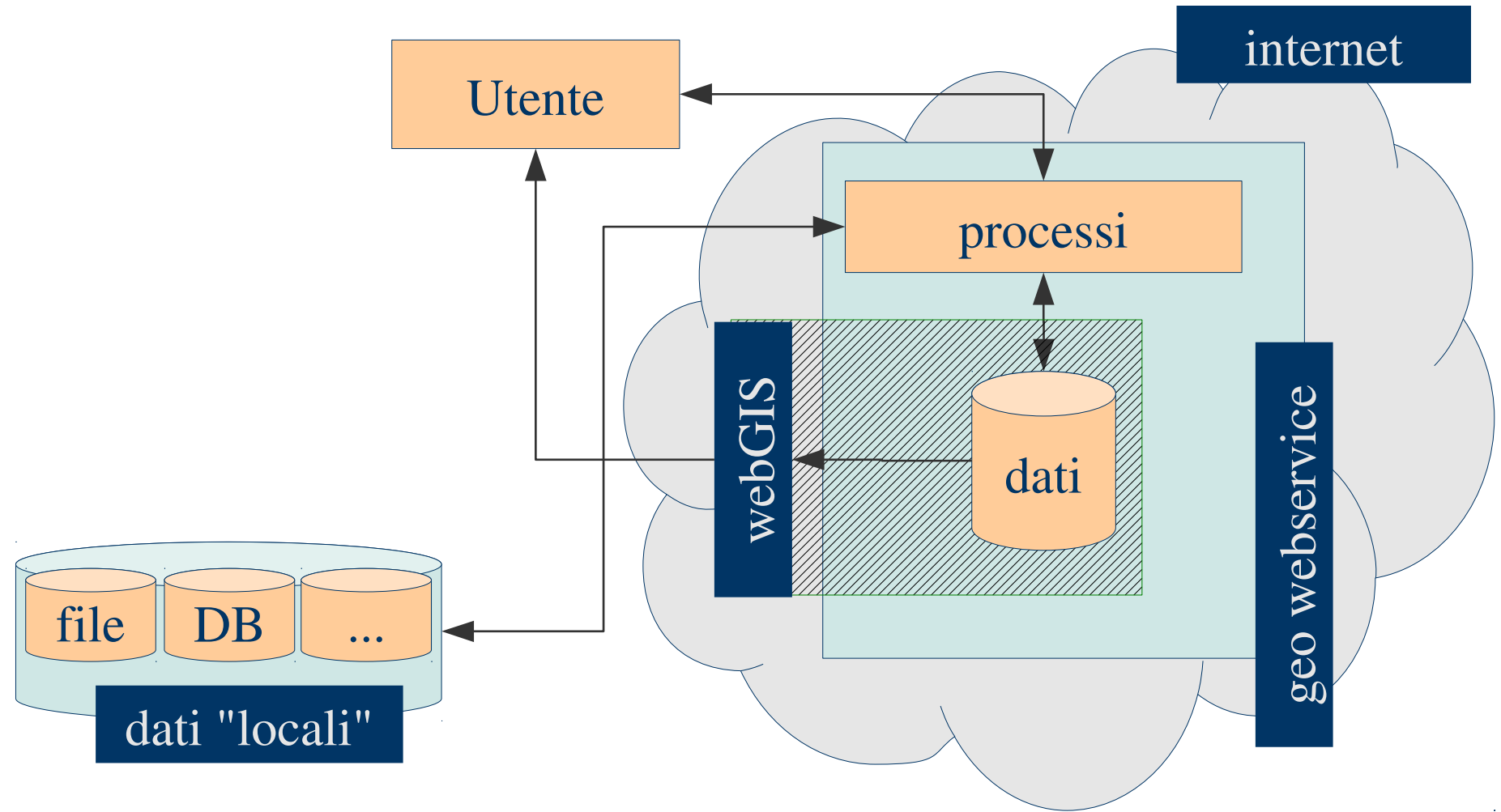


- Desktop GIS





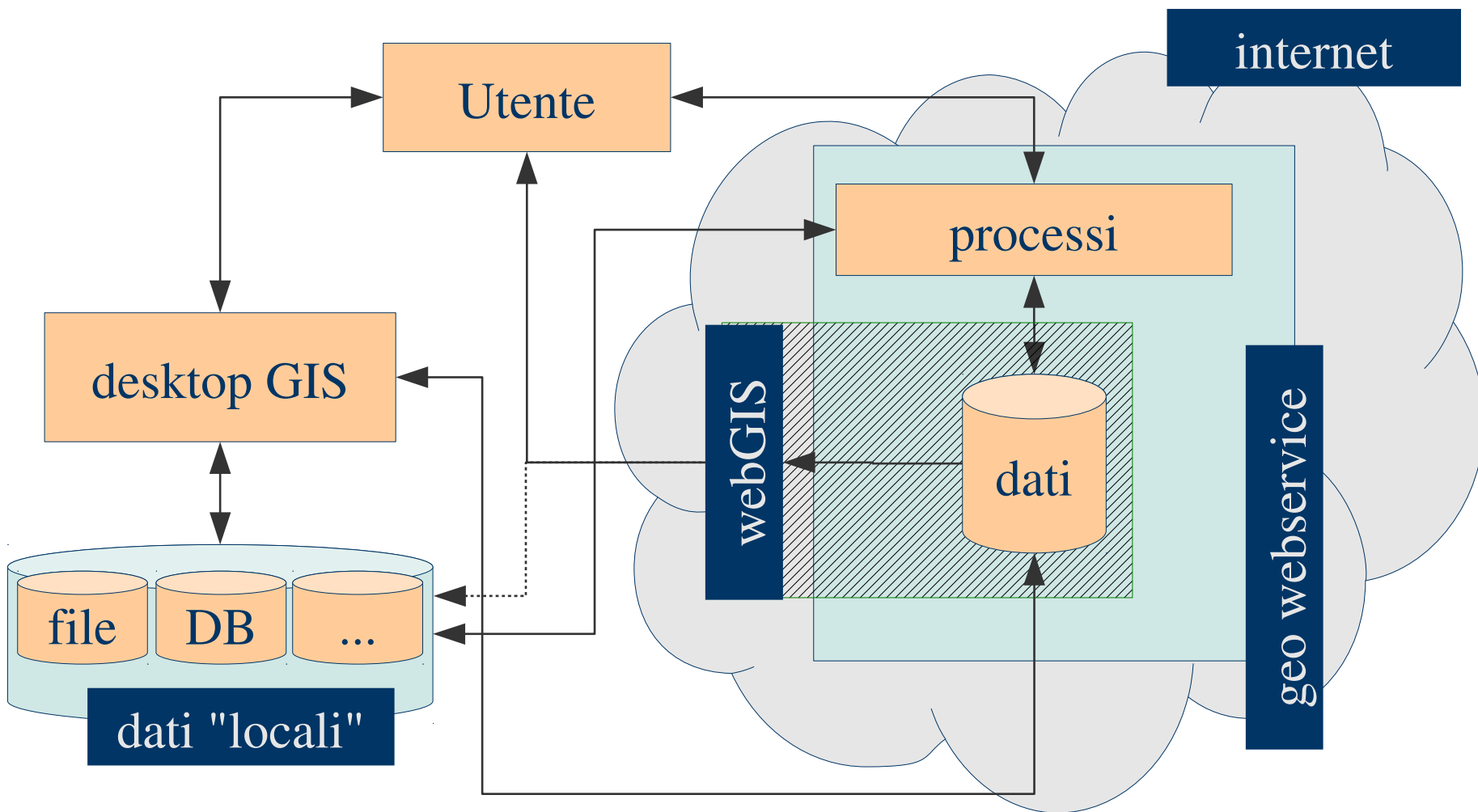
- Geo webservice: dati e processi







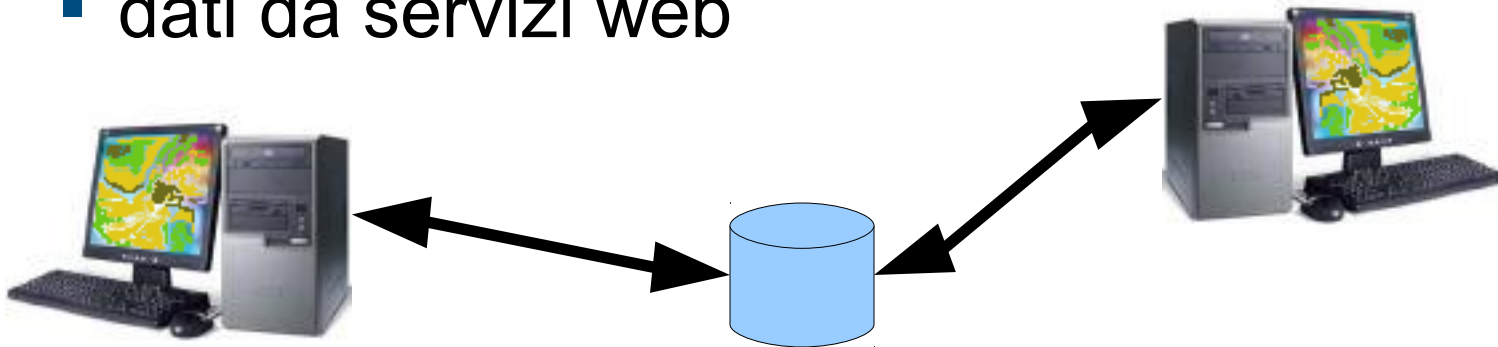
- Più in generale...





## Desktop GIS

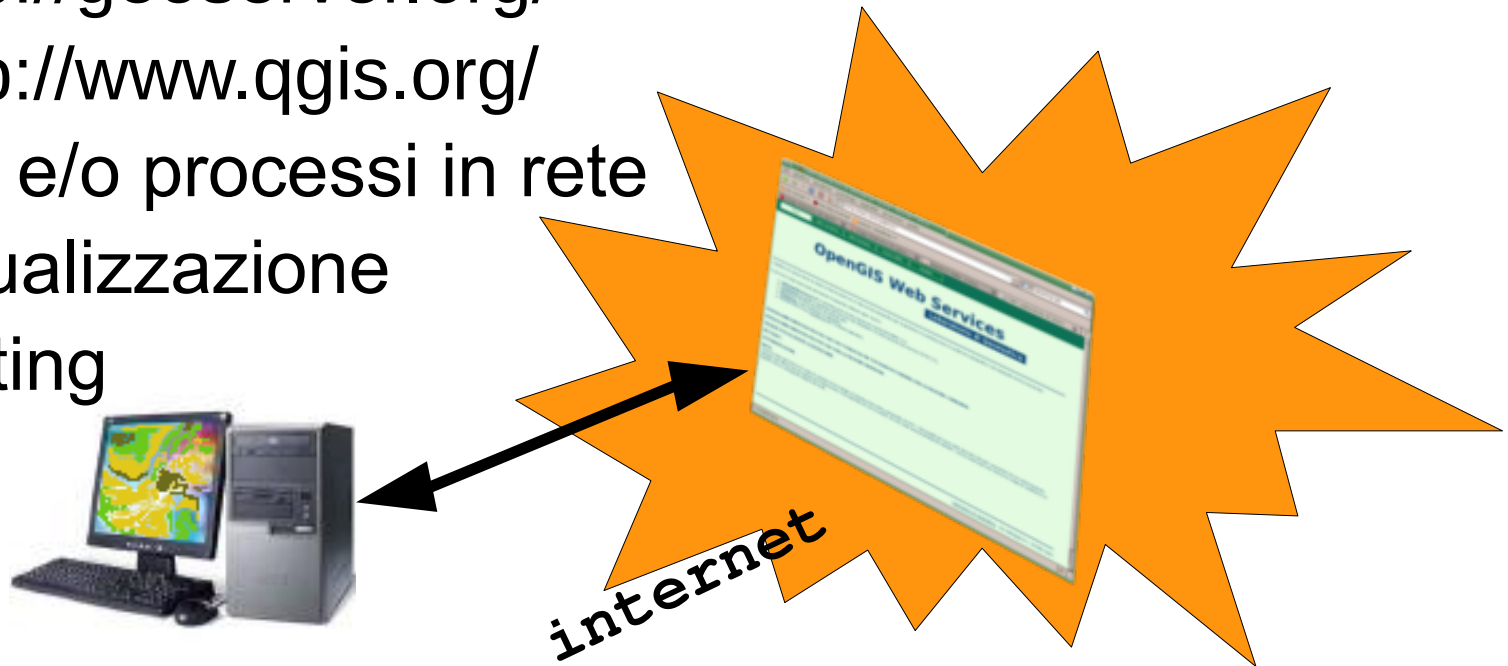
- GRASS, QGIS, ArcGIS, AutocadMap...
  - <http://grass.osgeo.org/>
  - <http://www.qgis.org/>
- PC  $\Leftrightarrow$  software GIS  $\Leftrightarrow$  utente
  - dati locali e/o in condivisione all'interno dell'organizzazione
  - dati da servizi web





## Geoweb services e webGIS

- MapServer, GeoServer, QGIS Server, ArcGIS Server, ...
  - <http://mapserver.org/>
  - <http://geoserver.org/>
  - <http://www.qgis.org/>
- dati e/o processi in rete
  - visualizzazione
  - editing





## Mobile GIS

- rilievo ed esplorazione
  - utilizzo di software per palmari
    - funzionalità limitate rispetto ai GIS desktop





- problemi connessi con i device
  - risorse limitate
  - schermo piccoli => difficoltà d'uso
- arcPAD: GIS ridotto e adattato ad un palmare
- Geopaparazzi
  - <http://geopaparazzi.github.io/geopaparazzi/>



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>