

# Sistemi di riferimento in uso in Italia

Paolo Zatelli

Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale

Università di Trento

# Outline

- 1 Sistemi di riferimento italiani
- 2 Sistema di riferimento europeo
- 3 Sistema di riferimento WGS84
- 4 Differenze tra sistemi di riferimento
- 5 Sistema di riferimento altimetrico

# Sistemi cartografici

Per fare cartografia è necessario fissare:

- sistema di riferimento (datum): scelta dell'ellissoide e orientamento
- rete di punti e misure che *realizzano* il sistema di riferimento
- il tipo di rappresentazione cartografica ed i parametri di applicazione

# Sistemi di riferimento utilizzati in Italia

Il primo sistema di riferimento nazionale italiano fu istituito alla fine dell'800:

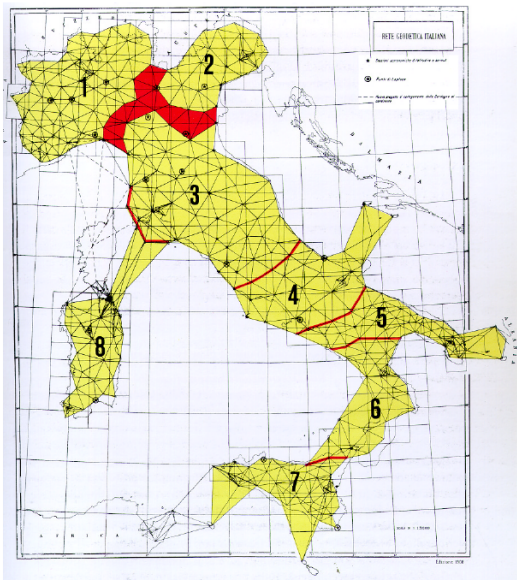
- ellissoide di Bessell orientato in tre punti diversi (Genova, M. Mario e Castanea delle Furie), usando tre sistemi di riferimento diversi;
- proiezione: Flamsteed modificata;
- rete di triangolazione compensata a blocchi tra il 1908 e il 1919.

# Sistema di riferimento pre Roma40

Era individuato da:

- ellissoide di Bessel;
- orientamento a Genova, Istituto Idrografico della Marina (definizione astronomica 1902):
  - $\phi = 44^{\circ}25'08.235''$
  - $\lambda = 0^{\circ}$
  - azimut su Monte del Telegrafo  $\alpha = 117^{\circ}31'08.91''$
- associato ad una rappresentazione di Flamsteed modificata (policentrica naturale)

# Rete fondamentale 1908-1919



# Sistema di riferimento catastale

È teoricamente non più in uso:

- ellissoide di Bessel
- orientamento a Genova Istituto Idrografico della Marina (definizione astronomica 1902):
  - $\phi = 44^{\circ}25'08.235''$
  - $\lambda = 0^{\circ}$
  - azimut su Monte del Telegrafo  $\alpha = 117^{\circ}31'08.91''$
- rete di triangolazione IGM + triangolazione catastale

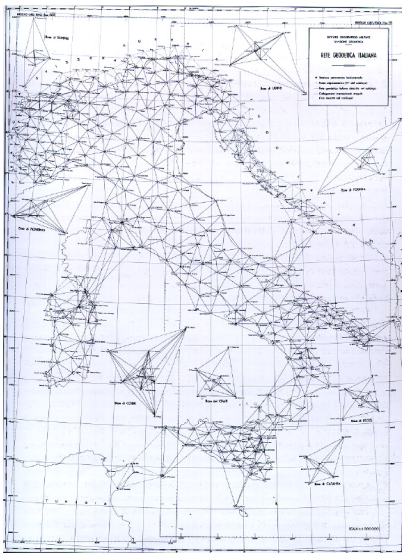
# Sistema di riferimento Roma40

È il sistema ufficiale italiano in uso:

- ellissoide Internazionale (o di Hayford)
- orientamento a Roma Monte Mario (def. astronomica 1940)
  - $\phi = 41^{\circ}55'25.51''$
  - $\lambda = 0^{\circ}$  ( $12^{\circ}27'00.88''$  da Greenwich)
  - azimut su Monte Soratte  $\alpha = 6^{\circ}35'00.88''$
  - $h = H = 0$  sul mareografo di Genova
- rete di triangolazione compensata a blocchi tra il 1908 e il 1919, usando un sistema di riferimento provvisorio.



# Rete fondamentale - Roma 40



## Sistema di riferimento ED50 (European Datum 1950)

È un sistema realizzato per rendere omogenea la cartografia a piccola e media scala a livello europeo:

- ellissoide Internazionale (o di Hayford)
- orientamento medio europeo 1950
- origine delle longitudini Greenwich

È associato alla rappresentazione cartografica UTM (UTM-ED50) ed è usato per il taglio della cartografia ufficiale italiana.

# Rete utilizzata per l'European Datum 1950



# Gauss Boaga Roma 40 - UTM ED 50

La cartografia ufficiale italiana riporta entrambi i reticolati, dello stesso punto si ricavano due diversi insiemi di coordinate (planimetriche) che differiscono per:

- diversi parametri della proiezione (sempre Gauss, ma false origini diverse)
- diverso datum (stesso ellissoide ma orientato diversamente)
- diversa compensazione delle reti che materializzano il datum

Per questo motivo il passaggio di tra sistemi si fa con espressioni approssimanti (polinomi) valide in ambito locale.

# Doppia parametratura - IGM 1:25000

**F°21 III S.E.**

1940. 12° 27' 08", 40

1° 15' 00"

1° 12' 11"

6°70

46° 05' 00"

46° 05' 06"

5105

**RETICOLATO CHILOMETRICO NELLA PROIEZIONE CONFORME UNIVERSALE TRASVERSA DI MERCATORE U.T.M. (Dati europei 1950)**

LE LINEE CONTRASSEGNALE DA NUMERI VIOLA INDICANO IL RETICOLATO U.T.M. FUSO 32, ELLISSOIDE INTERNAZIONALE TALI NUMERI SONO ESPRESSE IN KM

<p>DESIGNAZIONE DI ZONA: <b>32T</b></p> <p>Identificazione di coordinate di 100 chilometri di lato:</p> <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center; width: 30px; height: 30px;">PS</td></tr> <tr><td style="text-align: center; width: 30px; height: 30px;">PR</td></tr> </table> <p style="text-align: right; margin-right: 10px;">5100</p>	PS	PR	<p>ESEMPIO DI DESIGNAZIONE DI UN PUNTO CON L'APPROSSIMAZIONE DI 100 METRI</p> <p>NUMERO DEL PUNTO: <b>351</b></p> <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center; width: 30px; height: 30px;">PR</td></tr> <tr><td style="text-align: center; width: 30px; height: 30px;">65</td></tr> <tr><td style="text-align: center; width: 30px; height: 30px;">9</td></tr> <tr><td style="text-align: center; width: 30px; height: 30px;">99</td></tr> <tr><td style="text-align: center; width: 30px; height: 30px;">3</td></tr> </table>	PR	65	9	99	3
PS								
PR								
PR								
65								
9								
99								
3								
<p>Tracciare nella designazione del punto le cifre scritte in carattere piccolo, il significato del reticolato. Queste sono scritte in violetto.</p> <p>Quasi sempre le cifre scritte in carattere più grande.</p>	<p>DESIGNAZIONE DEL PUNTO: <b>PR659993</b></p>							
<p>Preparare la designazione di zona quando non si è certi che lo stesso sia già ben noto.</p>	<p><b>32TPR659993</b></p>							

DELLA LINEA ZONE MAGNETICA - DAL 25 GENNAIO 1956 È CONVERGENZA

Rappresentazione per l'orientamento della carta con la bussola

Declination protractor for the alignment of the map with the compass

# Doppia parametratura - CTP PAT (1:10000)



# Sistema di riferimento WGS84

È un sistema cartesiano con asse  $z$  coincidente con l'asse di rotazione convenzionale terrestre, con un'ellissoide associata:

- ellissoide WGS84
- realizzazioni (usano reti GPS diverse):
  - globale: Dipartimento della Difesa USA
  - europea: EUREF89=ETRF89
  - italiana: IGM95

È il sistema di riferimento utilizzato dal sistema GPS.

# Sistema di riferimento ETRS89

La Terra non è un corpo rigido e quindi la sua superficie si modifica continuamente: per questo motivo si devono periodicamente rideterminare le reti che materializzano un sistema di riferimento.

Per alcune applicazioni questo è molto importante. Ad esempio:

- nel periodo 1984 - 1998 il centro di massa terrestre si è spostato di circa 2 m (rispetto al sist. di rif. delle stelle fisse)
- nel sistema IERS il continente europeo si sposta di circa 3 cm all'anno in direzione nord-est



# Sistema di riferimento ETRS89

L'ETRS89 è materializzato dalla sottorete europea delle stazioni dell'ITRF determinate nel 1989 (ETRF89).

Vengono pubblicate realizzazioni annuali chiamate ETRF $XX$ , dove  $XX$  indica l'anno in cui è eseguito il calcolo delle coordinate dei punti, es. ETRF90, ETRF2001, ecc..

# Stazioni ETRF89



- ▲ stazioni SLR e/o VLBI
- vertici di raffittimento EUREF '89
- vertici EUREF '90-'91-'92-'93-'94-'95

# Sistema di riferimento WGS84

Anche il WGS84 è periodicamente aggiornato, le sue realizzazioni sono indicate con WGS84 (GXXX), dove G indica che le misure sono effettuate con il GPS e XXX indica la settimana GPS in cui la realizzazione è resa disponibile.

Ad esempio il WGS84 (G730) è corrisponde all'inizio della settimana GPS 730, cioè il 2 gennaio 1994.

Vengono pubblicati anche i vettori velocità relativi ad ogni stazione, che hanno spostamenti orizzontali massimi dell'ordine di 7 cm/anno.

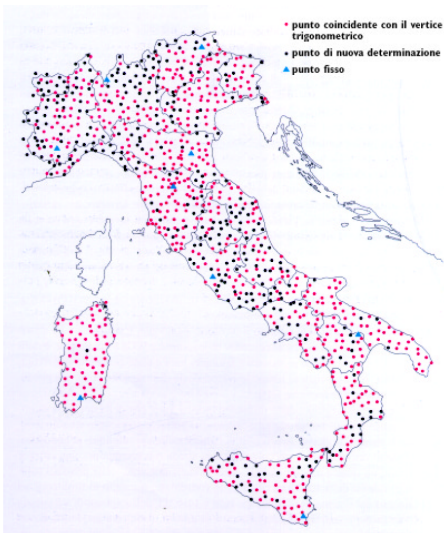
# La rete IGM95

È la realizzazione italiana del WGS84. Consiste in una rete di punti GPS omogenea per precisione che copre l'intero territorio nazionale in modo uniforme.

Per ogni punto sono fornite:

- coordinate nel sistema ETRS89 (e quindi WGS84);
- parametri di trasformazione tra ETRS89 (e quindi WGS84) e Roma 40 **per zone**.

# Punti IGM95



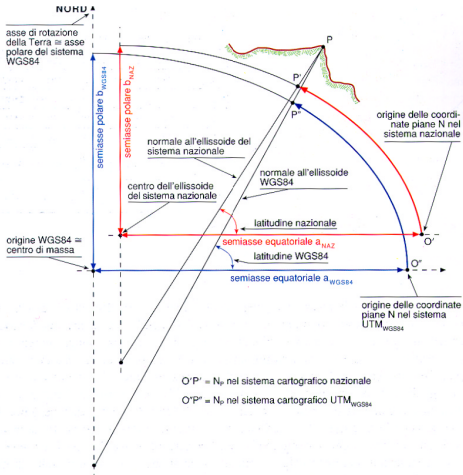
## Differenze Roma40 - ED50 - WGS84

I tre sistemi differiscono per **dimensioni** (tranne Roma40 ed ED50) e **orientamento** dell'ellissoide: le coordinate geografiche dello stesso punto possono differire anche di diverse centinaia di metri nei diversi sistemi.

<b>Datum</b>	<b>a[m]</b>	<b>b[m]</b>	<b>Ellissoide</b>
Roma40	6378245	6356912	Internazionale (o Hayford)
ED50	6378245	6356912	Internazionale (o Hayford)
WGS84	6378137	6356752	WGS84

# Differenze Roma40 - ED50 - WGS84

Le differenze più importanti sono imputabili al diverso orientamento, locale per Roma40 e ED50 (ma diversi!) e globale per WGS84.



## Differenze Roma40 - ED50 - WGS84



Punto	042904	102901	149801	156902	249901
$\Delta\phi$ [°]	3.446	3.643	3.436	3.545	4.019
$\Delta\lambda$ [°]	3.861	3.707	3.275	2.919	2.542
$\Delta\phi$ [m]	~ 107	~ 113	~ 113	~ 110	~ 125
$\Delta\lambda$ [m]	~ 81	~ 82	~ 75	~ 67	~ 64
$\Delta N$ [m]	198.92	199.74	197.59 192.17*	191.49	192.88
$\Delta E$ [m]	80.57	79.77	84.00 69.11*	69.87	57.41

Differenza di coordinate fra i sistemi di riferimento Roma40 e ED50

\* nel fuso Est.



## Differenze Roma40 - ED50 - WGS84

Per la cartografia a piccola scala le differenze hanno, all'interno di un foglio di cartografia, valore che si può considerare costante rispetto alla precisione di determinazione delle coordinate: l'IGM ha determinato i valori di correzione per ogni foglio.

Questi parametri sono calcolati in modo empirico e non hanno un preciso significato geometrico.

# Sistema di riferimento altimetrico italiano

Le quote sono riferite ad un **geoide** (superficie equipotenziale del campo gravitazionale terrestre) individuato dal punto di quota zero del mareografo di Genova (misure 1937–1946) per l'Italia continentale e Catania (misure 1965) e Cagliari (misure 1955–1957) per le isole.

Il sistema di riferimento altimetrico è realizzato dalla rete di livellazione geometrica di alta precisione IGM.

# Rete di livellazione di alta precisione IGM



## Geoide italiano Italgo 2000

Il modello di geoide italiano Italgo 2000 è calcolato dal Politecnico di Milano e distribuito dall'IGM nell'ambito del consorzio IGES.

Fornisce l'altezza del geoide in un punto rispetto all'ellissoide WGS84 con errori massimi di qualche decimetro ( $\sim 10$  ppm).

# Bibliografia

Benciolini B., 2004, *Dispensa sui sistemi di riferimento*, comunicazione personale.

Surace L., 1998, *La georeferenziazione delle informazioni territoriali*, Bollettino di geodesia e scienze affini, anno LVII, n. 2, pp. 181-234.

Questa presentazione è ©2009 Paolo Zatelli, disponibile come



Attribuzione-Non commerciale-Condividi allo stesso modo 2.5 Italia

#### Tu sei libero:



di riprodurre, distribuire, comunicare al pubblico, esporre in pubblico, rappresentare, eseguire e recitare quest'opera



di modificare quest'opera

#### Alle seguenti condizioni:



**Attribuzione.** Devi attribuire la paternità dell'opera nei modi indicati dall'autore o da chi ti ha dato l'opera in licenza e in modo tale da non suggerire che essi avallino te o il modo in cui tu usi l'opera.



**Non commerciale.** Non puoi usare quest'opera per fini commerciali.



**Condividi allo stesso modo.** Se alteri o trasformi quest'opera, o se la usi per crearne un'altra, puoi distribuire l'opera risultante solo con una licenza identica o equivalente a questa.

- Ogni volta che usi o distribuisi quest'opera, devi farlo secondo i termini di questa licenza, che va comunicata con chiarezza.
- In ogni caso, puoi concordare col titolare dei diritti utilizzi di quest'opera non consentiti da questa licenza.
- Questa licenza lascia impregiudicati i diritti morali.