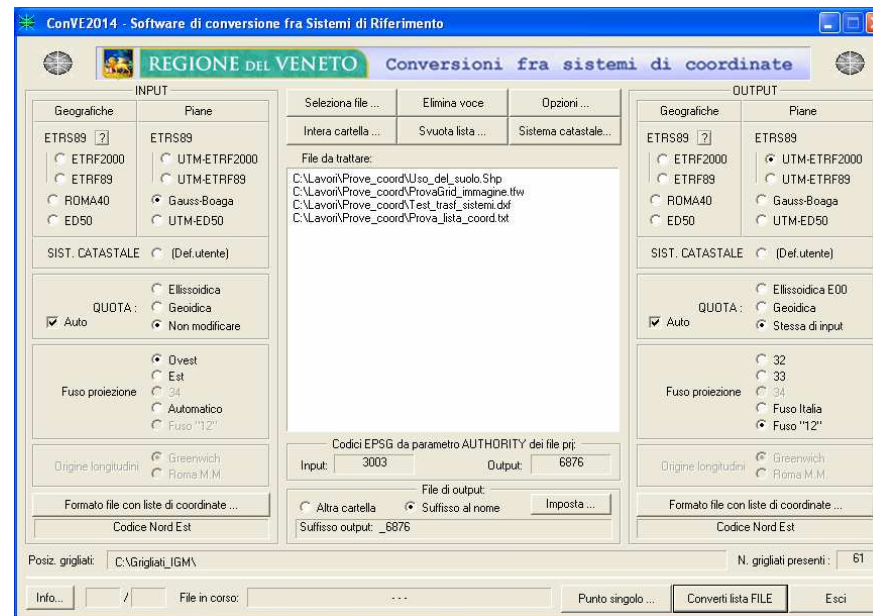


Conve2014

*per la trasformazione delle coordinate
cartografiche e della componente altimetrica*

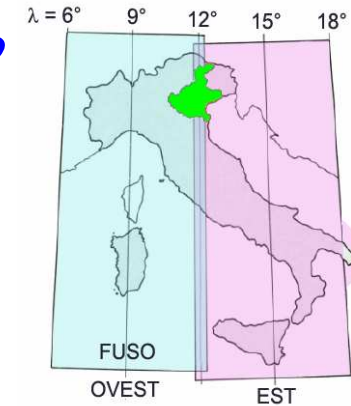
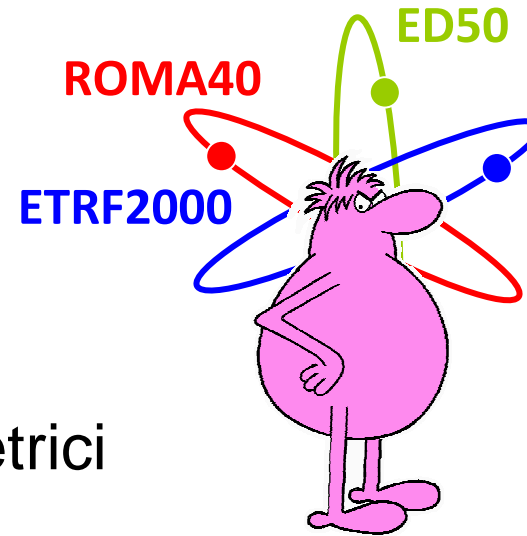


Virgilio Cima

Venezia, 9 novembre 2015

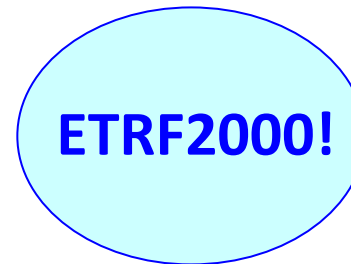
1. Il problema

- sistemi di riferimento diversi
- discontinuità fra fusi diversi
- due diversi riferimenti altimetrici

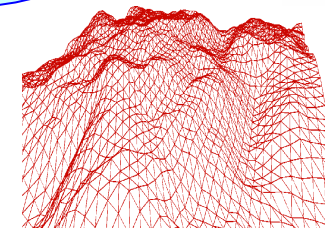
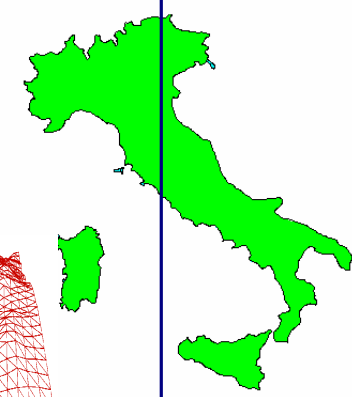


2. La soluzione concettuale

- utilizzo di un solo sistema
- definizione di un fuso unico
- metodi matematici per le conversioni

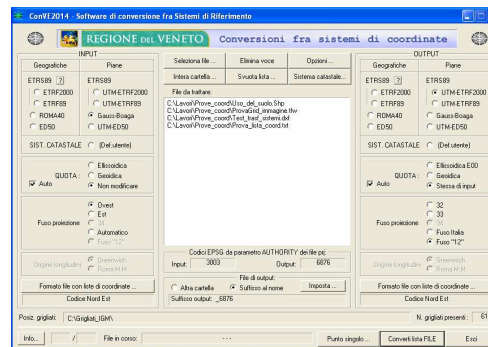


Fuso 12



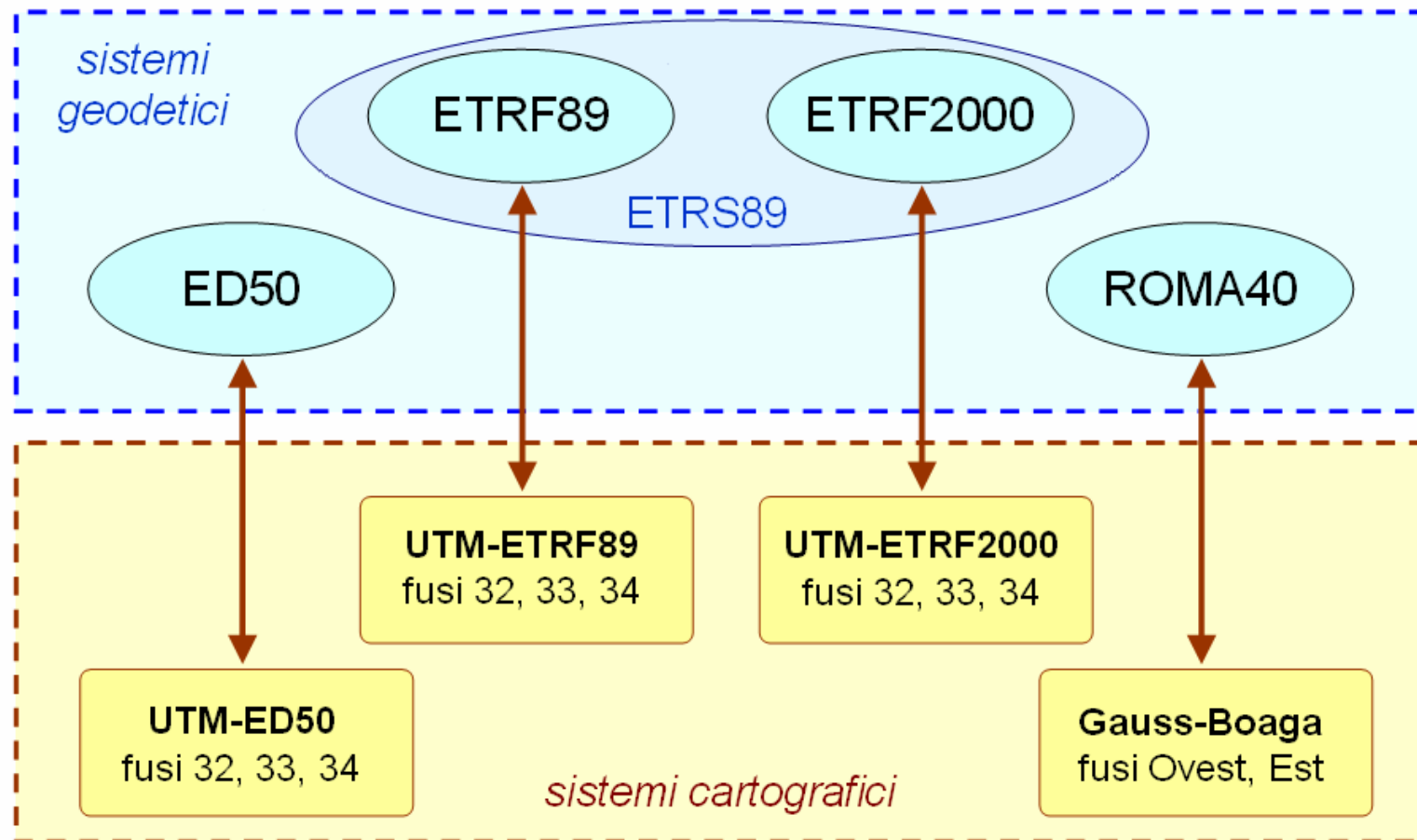
3. Gli strumenti

- Codici EPSG (proj4, sw GIS)
- ConVE2014
- “Grigliati”



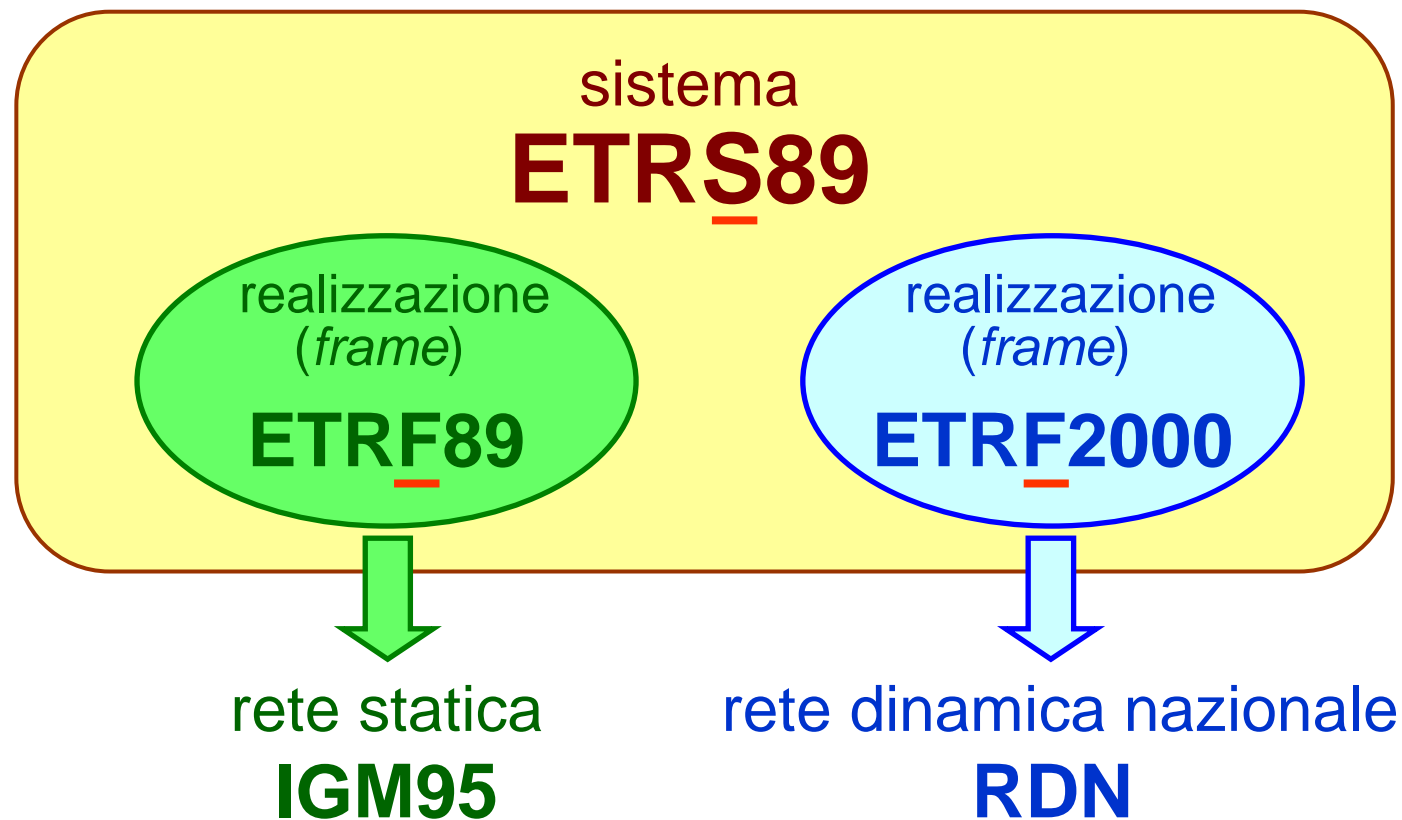
GR, GK
Italgeo
...

Sistemi geodetici e sistemi cartografici associati:



I diversi sistemi hanno diverse *definizioni e realizzazioni*

European Terrestrial Reference **S**ystem / **F**rame



Conve2014

Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale", n. 48 del 27 febbraio 2012 - Serie generale

Spediz. abb. post. - art. 1, comma 1
Legge 27-02-2004, n. 46 - Filiale di Roma

GAZZETTA UFFICIALE
DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA Roma - Lunedì, 27 febbraio 2012 SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENILLA, 70 - 00186 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - VIA SALARIA, 1027 - 00198 ROMA - CENTRALINO 06-46801 - LIBRERIA DELLO STATO
PIAZZA G. VERDI, 1 - 00186 ROMA

AVVISO AGLI ABBONATI

Si avvisano i Signori abbonati che a partire dall'anno 2012 sono state apportate alcune variazioni alle condizioni di abbonamento, nello specifico per quanto riguarda la decorrenza e la tipologia degli stessi. Preghiamo pertanto i Signori abbonati di consultare il testo completo dell'avviso riportato in quarta di copertina.

N. 37

PRESIDENZA
DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI

DECRETO 10 novembre 2011.

Adozione del Sistema di riferimento geodetico nazionale.

DECRETO 10 novembre 2011.

Regole tecniche per la definizione delle specifiche di contenuto dei database geotopografici.

DECRETO 10 novembre 2011.

Regole tecniche per la definizione del contenuto del Repertorio nazionale dei dati territoriali, nonché delle modalità di prima costituzione e di aggiornamento dello stesso.

DECRETO 10 novembre 2011.

Regole tecniche per la formazione, la documentazione e lo scambio di ortofoto digitali alla scala nominale 1:10000.



D.M. del 10 novembre 2011
che prescrive l'adozione
del sistema
ETRF2000

Supplemento n. 37
alla G.U. n. 48
del 27 febbraio 2012

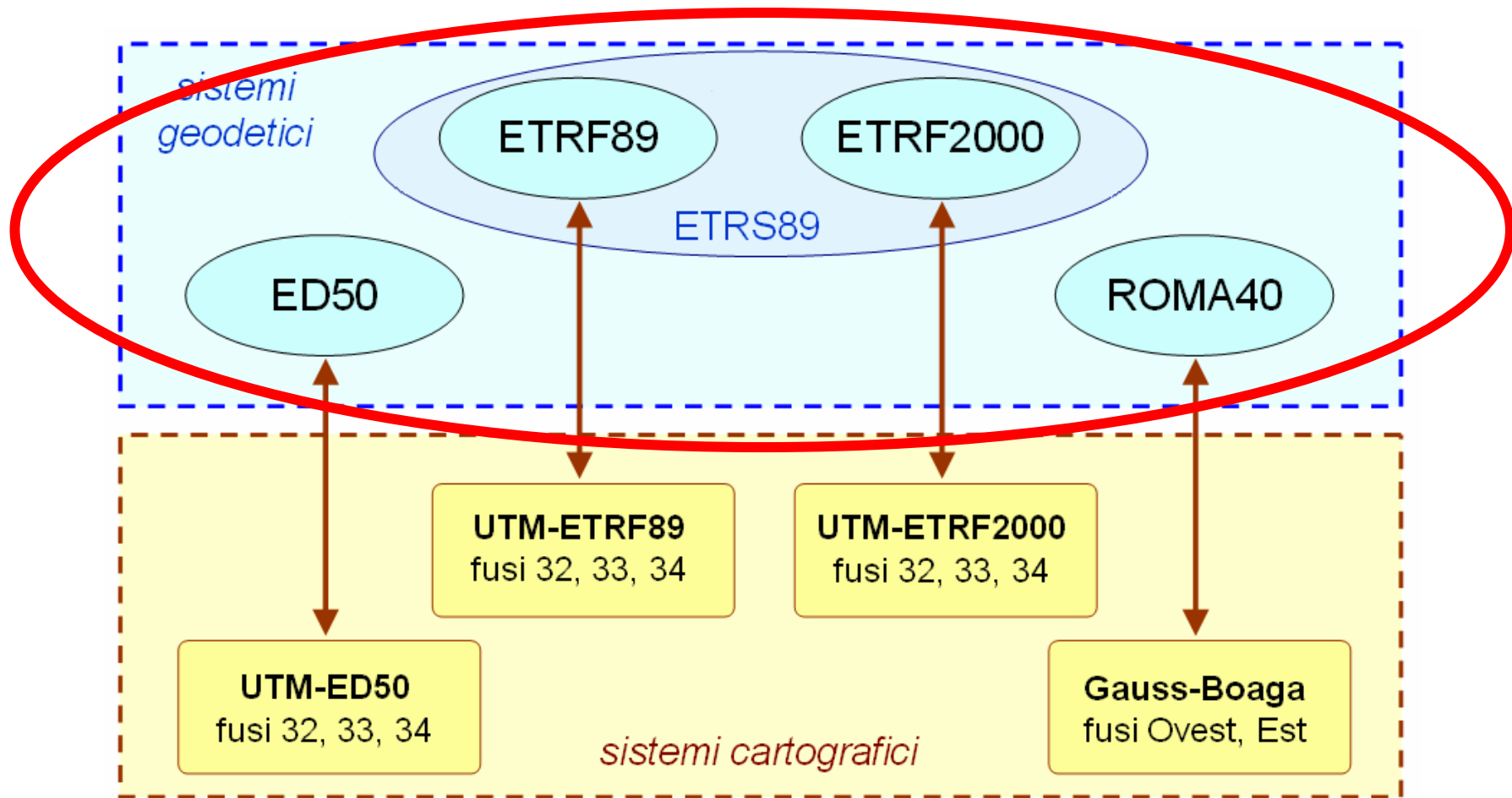
Nota sulla sigla “WGS84”

Spesso in Italia si è utilizzato, in modo formalmente improprio, il termine WGS84 per indicare genericamente il sistema di riferimento “satellitare”.

Prima dell'affermazione del sistema ETRF2000 non vi erano ambiguità: dal punto di vista pratico la sigla WGS84 costituiva un sinonimo di ETRF89.

Oggi è necessario utilizzare la terminologia corretta ETRF89 o ETRF2000, per poter distinguere fra le due diverse realizzazioni.

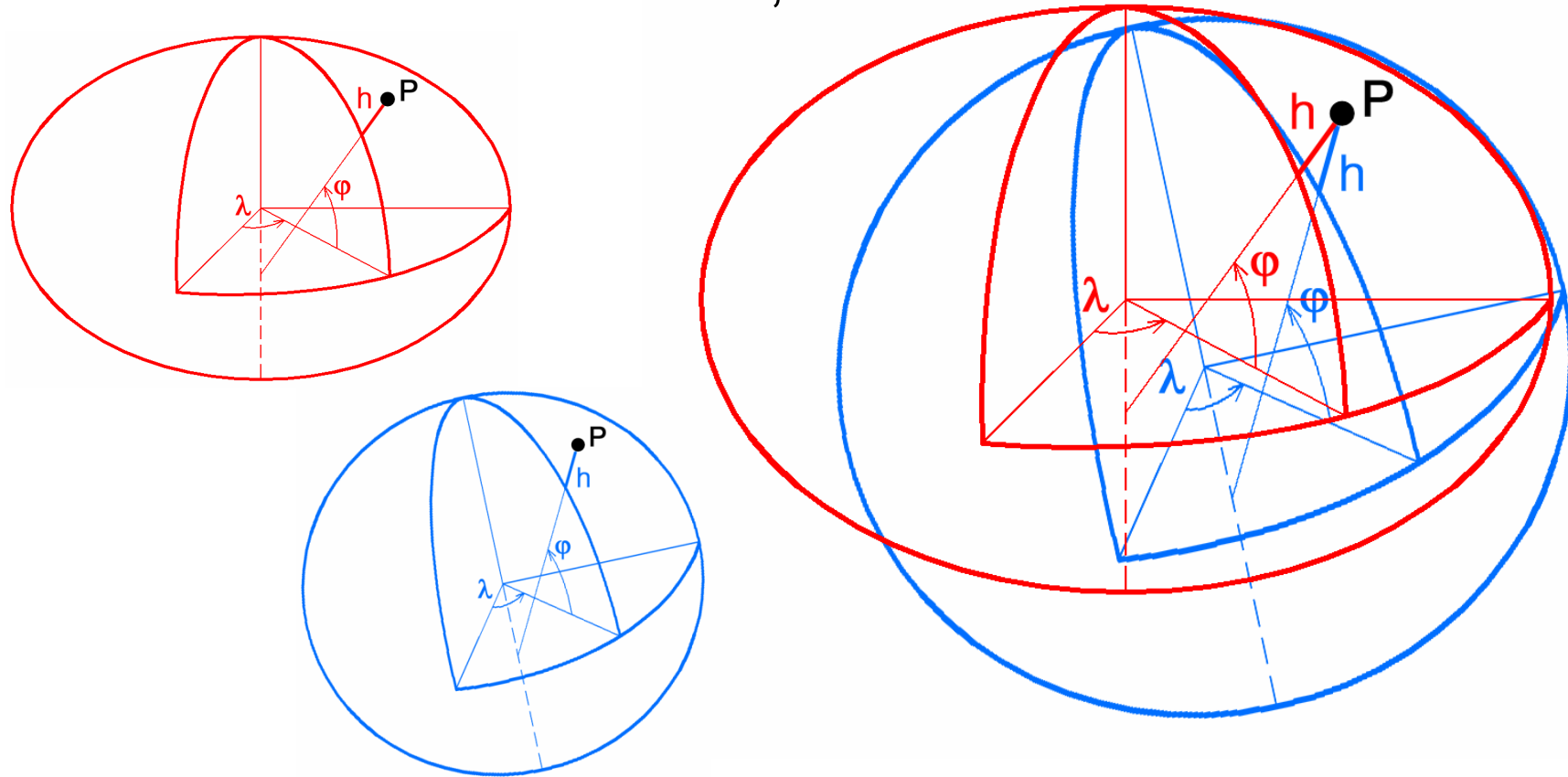
Trasformazioni di coordinate fra i diversi sistemi



Occorrono soluzioni per passare dall'uno all'altro sistema

Conve2014

Rispetto a “datum” diversi, cioè sistemi con diverse
definizioni,



lo stesso punto ha coordinate geografiche diverse

Conve2014

Nella pratica tutti i dati prendono le coordinate
dalla **realizzazione** del sistema:

le misure sul terreno si appoggiano a punti di riferimento
(es. DGPS)



IGM95



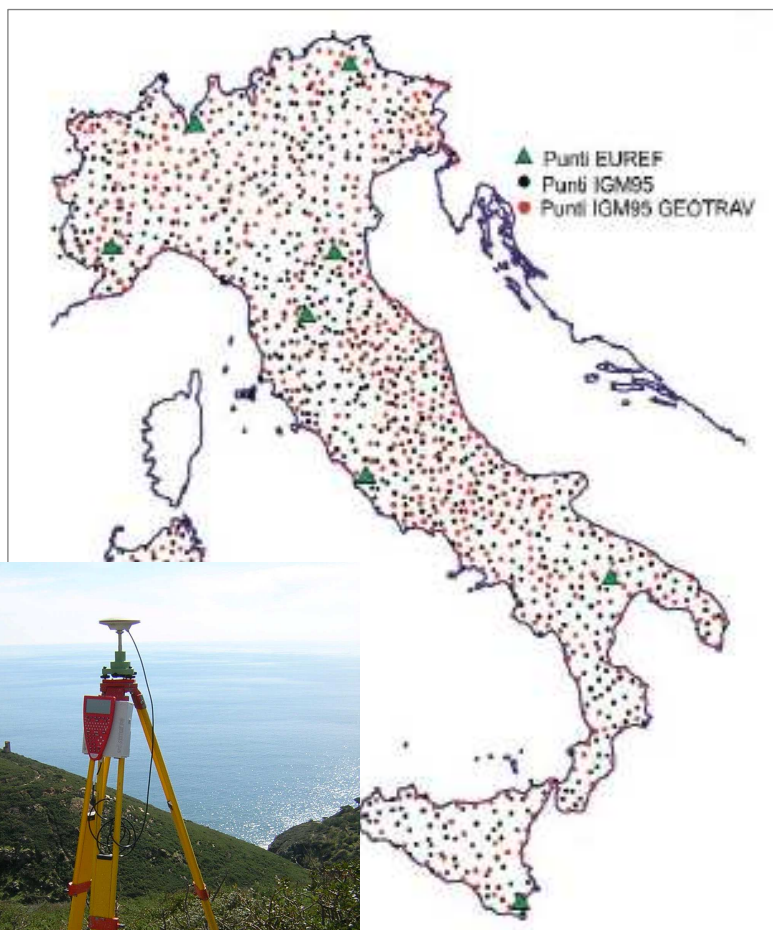
RDN



dai quali assumono
il sistema di
coordinate

Realizzazioni:

ETRF89: IGM95



www.igmi.org

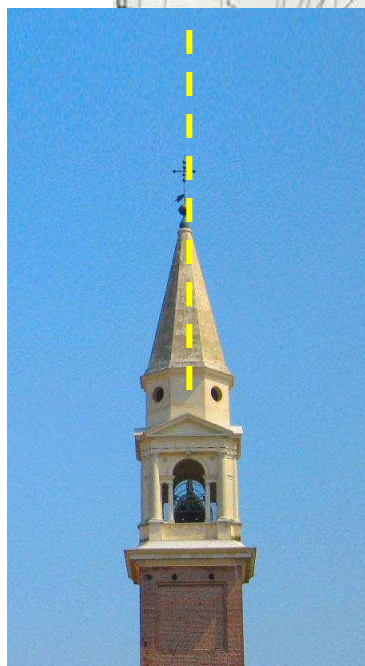
ETRF2000: RDN



www.igmi.org

Realizzazioni:

ROMA40: Rete del 1° ordine



ED50: Rete Europea



Trasformazioni di coordinate

Le reti che realizzano i sistemi nazionali sono frutto di misure e compensazioni “storiche”

(ad esempio la rete trigonometrica IGM di 1° ordine comprende misure eseguite nell’800)

il passaggio da un sistema all’altro non si risolve con una semplice trasformazione geometrica

la distribuzione delle deformazioni
non segue una legge matematica
che possa essere modellata con una semplice formula

Conve2014

Trasformazioni di coordinate

Soluzioni approssimate

Storicamente sono state ricercate soluzioni semplificate:

Tavoletta		ΔN	ΔE	$\Delta \varphi$	$\Delta \lambda$		
		m	m	"	'	"	
I	NE	171.5	-2019935.2	5.62	12	27	11.13
I	SE	171.7	-2019935.3	5.63	12	27	11.12
I	SO	171.8	-2019935.3	5.64	12	27	11.11
I	NO	171.6	-2019935.2	5.63	12	27	11.12
II	NE	171.8	-2019935.4	5.63	12	27	11.12
II	SE	172.0	-2019935.5	5.64	12	27	11.09
II	SO	172.5	-2019935.5	5.66	12	27	11.09
II	NO	172.1	-2019935.4	5.64	12	27	11.10
III	NE	172.6	-2019935.3	5.66	12	27	11.09
III	SE	173.0	-2019935.4	5.68	12	27	11.09
III	SO	173.2	-2019935.4	5.69	12	27	11.07
III	NO	172.9	-2019935.3	5.68	12	27	11.08
IV	NE	171.8	-2019935.2	5.64	12	27	11.11
IV	SE	172.2	-2019935.3	5.65	12	27	11.10
IV	SO	172.6	-2019935.3	5.67	12	27	11.09
IV	NO	172.2	-2019935.2	5.65	12	27	11.09

- costanti di transito (per tavoletta 1:25.000)

Conve2014

Trasformazioni di coordinate

Soluzioni approssimate

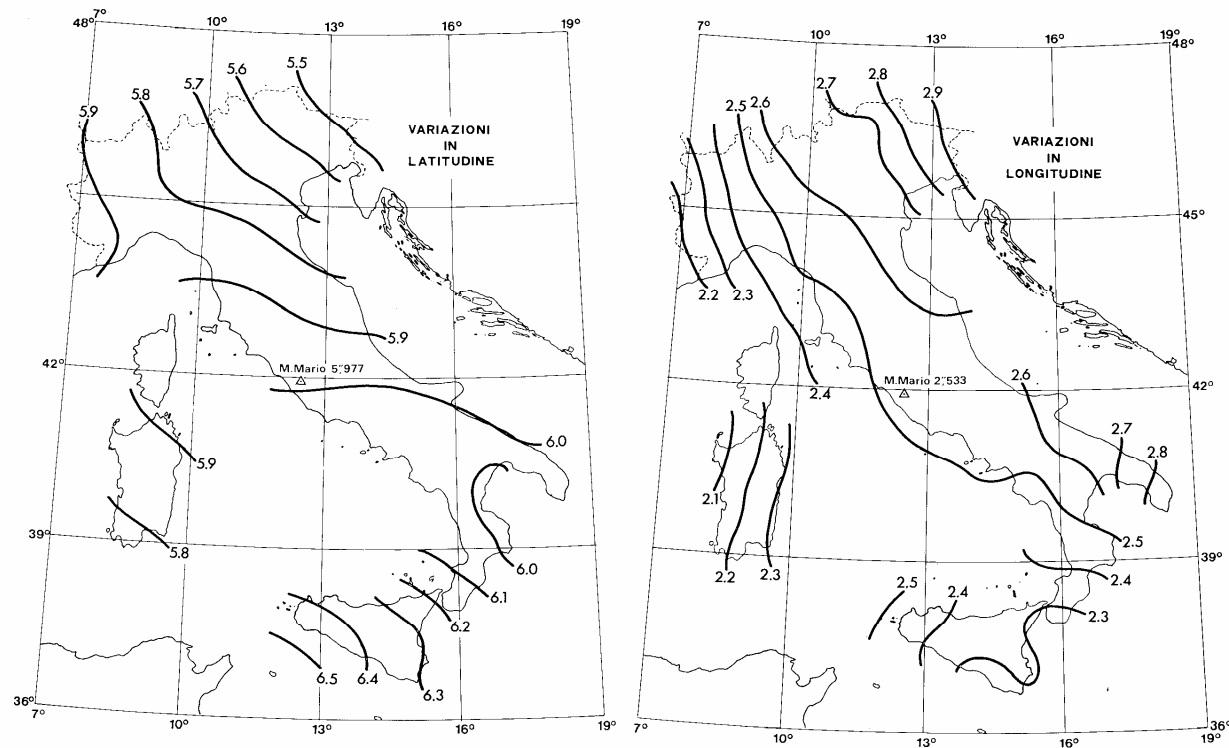
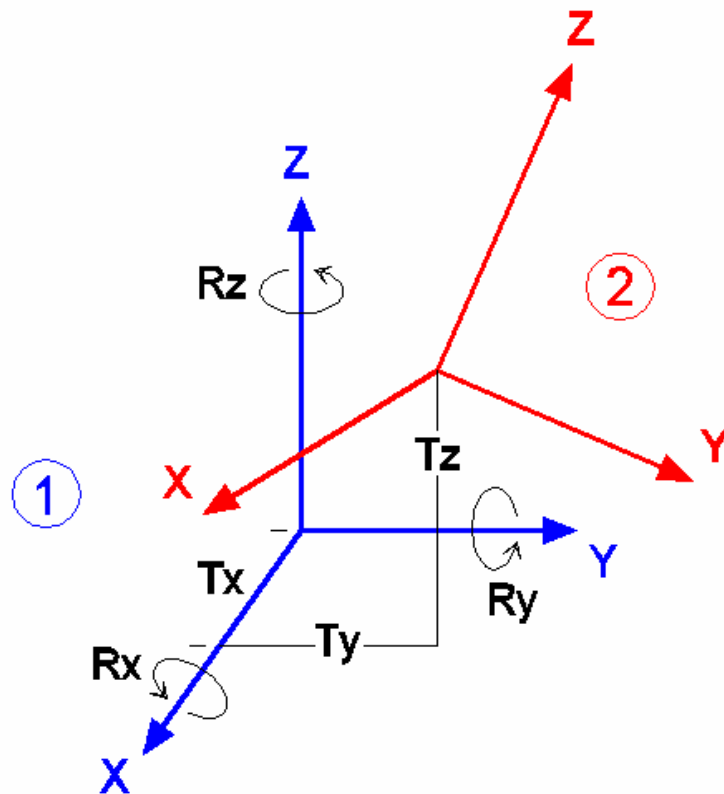


Fig. 13.4

- **linee isotransitive** (interpolazioni grafiche)

Trasformazioni di coordinate

Rototraslazioni



Una volta fissato il set di parametri, la rototraslazione agisce in modo omogeneo su tutti i punti ai quali viene applicata

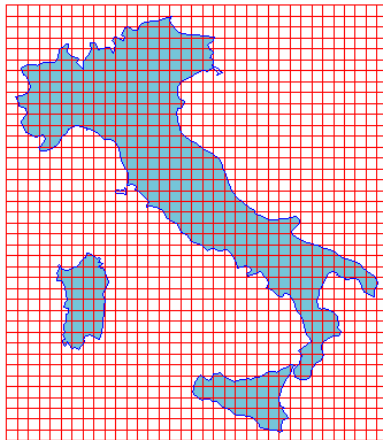
Ma le deformazioni non sono omogenee...

...quindi il metodo della rototraslazione risulta efficace solo se applicato a porzioni limitate di territorio.

Trasformazioni di coordinate

Il metodo dei “grigliati”

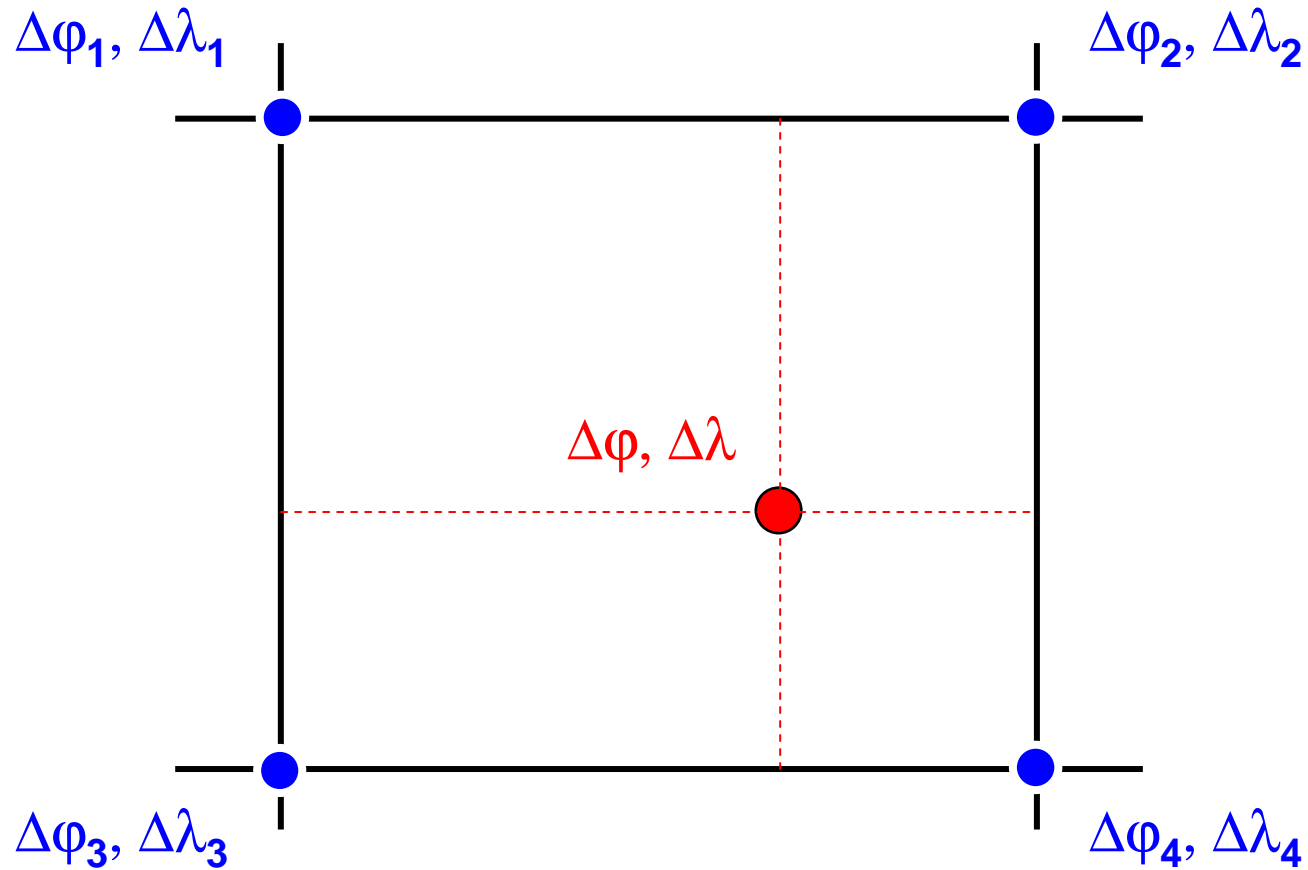
Oggi il metodo più efficace, adottato anche dall'IGM, si basa su matrici di differenze di coordinate, dette **grigliati**,



che coprono il territorio nazionale senza discontinuità.

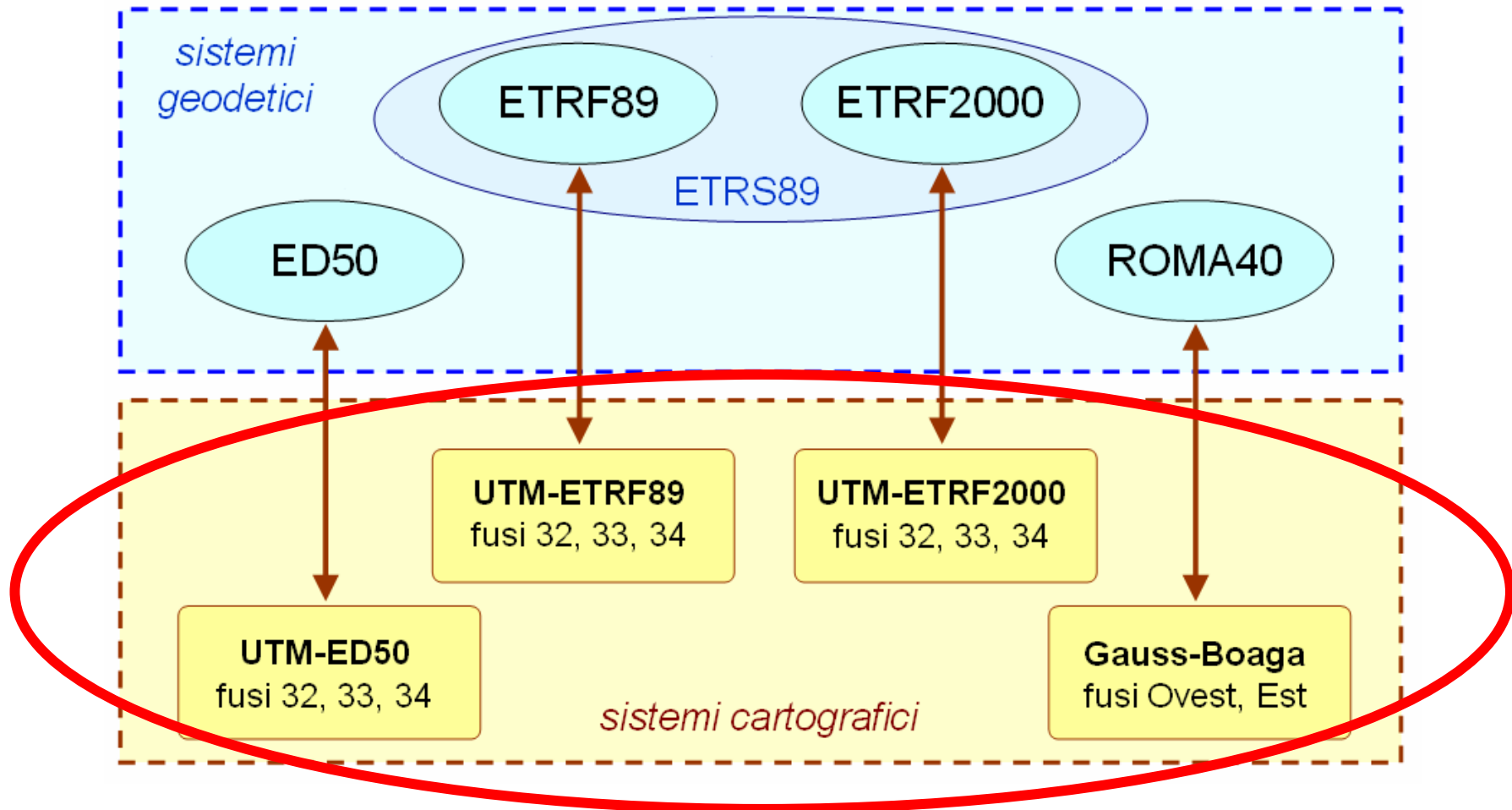
L'IGM fornisce i grigliati suddivisi per porzioni di territorio, uno per ogni foglio 1:50000 (o per ogni intorno di un punto IGM95).

Trasformazioni di coordinate - "grigliati"



Interpolazione bilineare all'interno della maglia

Sistemi cartografici: proiezioni nei diversi fusi



Sistemi geodetici e sistemi cartografici associati

Rappresentazione di Gauss (Mercatore Trasversa)

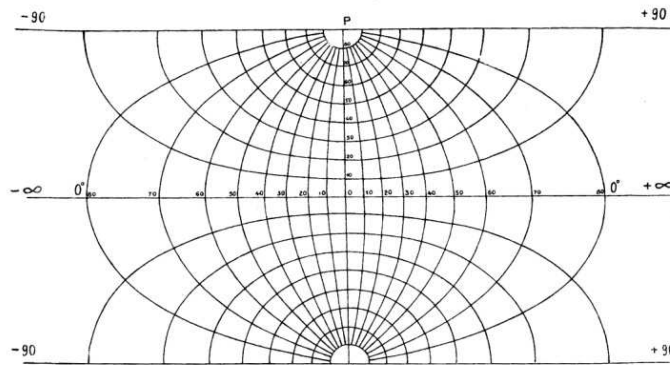
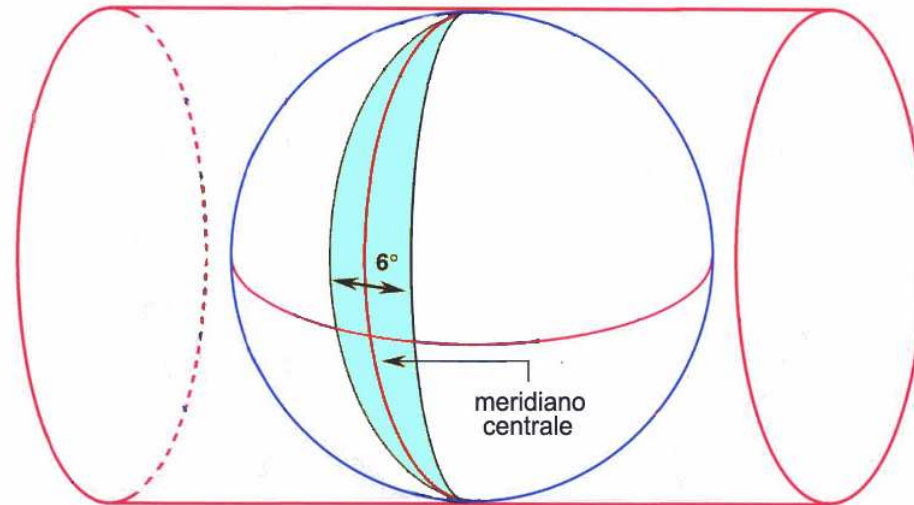
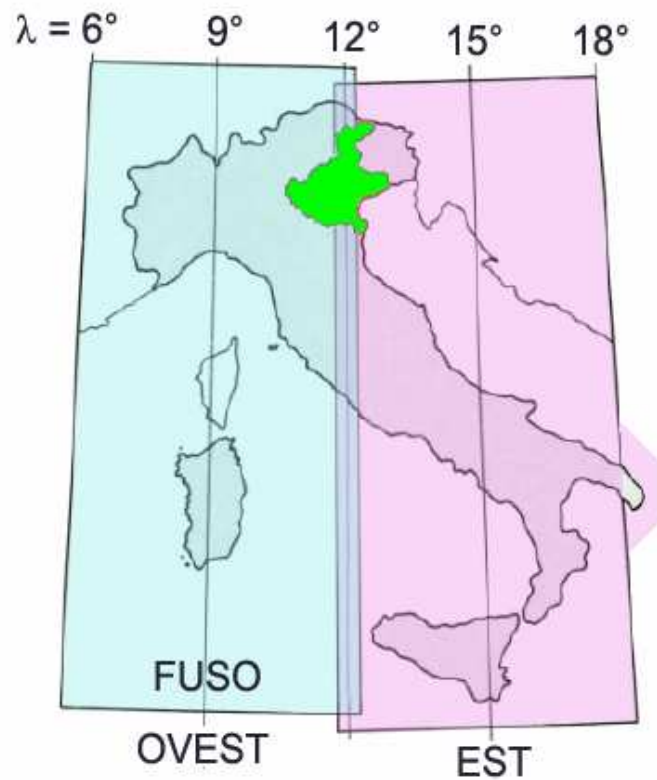


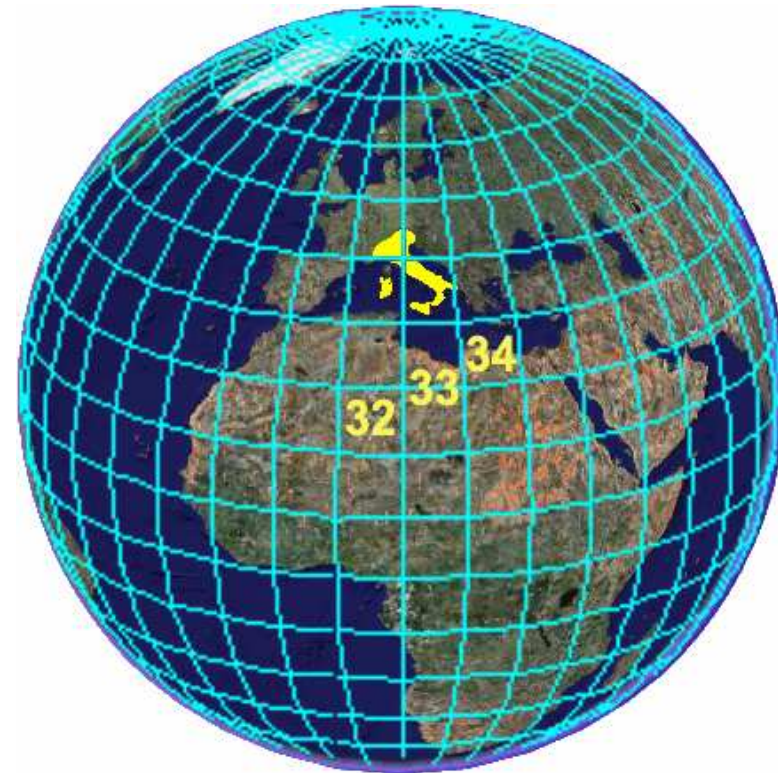
Fig. 86

Con fusi di 6°
def. max 400 ppm
(40 cm a km)

Situazione in Italia



Gauss-Boaga

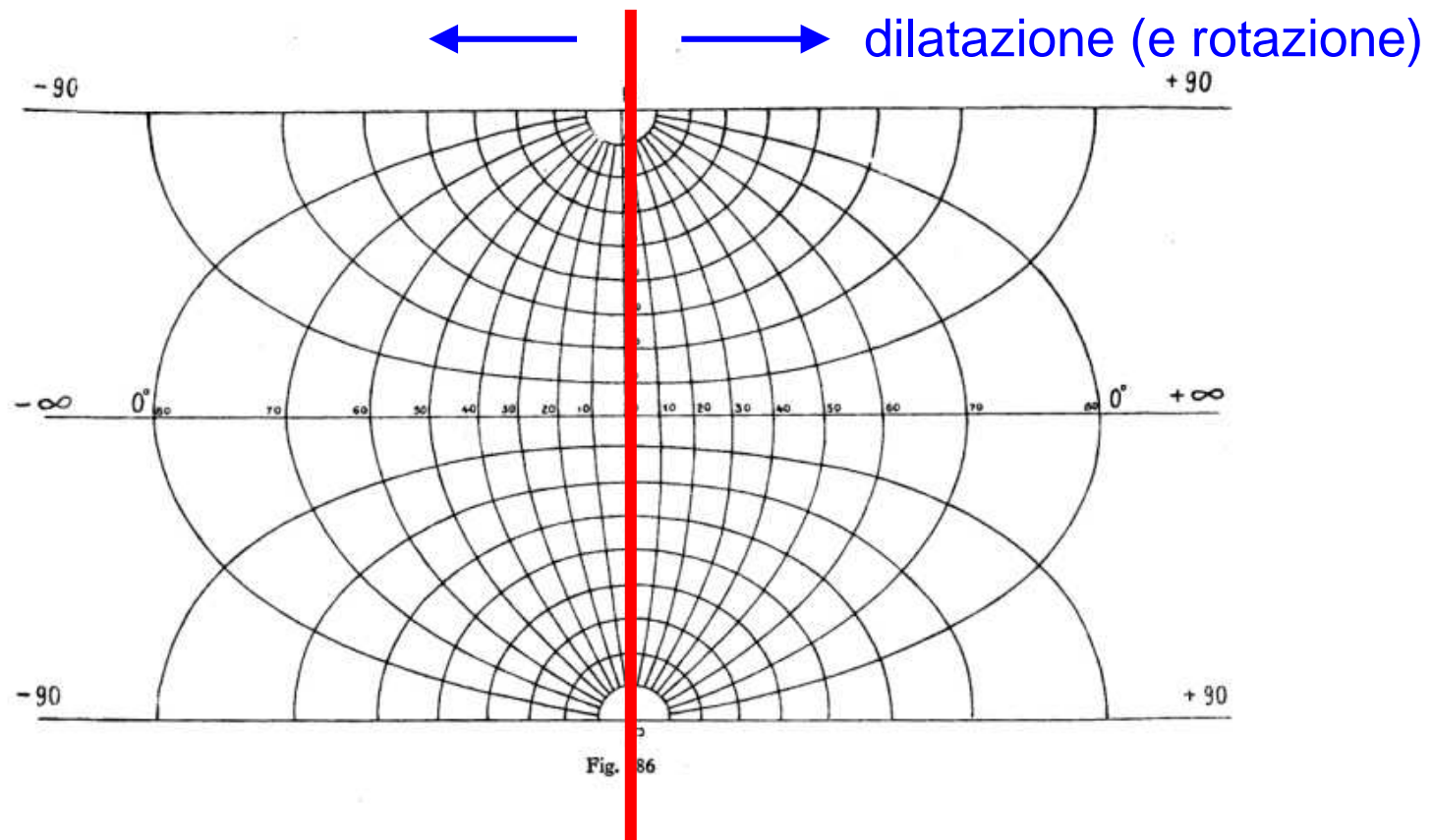


U.T.M.

Conve2014

Rappresentazione di Gauss

meridiano centrale
(centro del fuso)

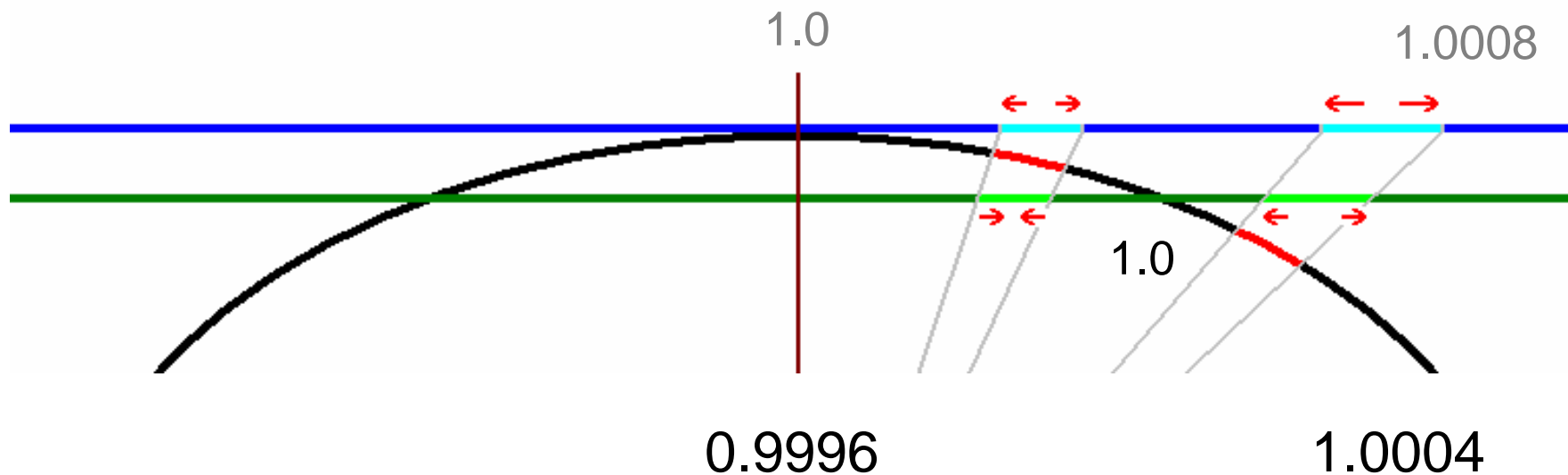


Conve2014

Col meridiano centrale tangente all'ellissoide, le deformazioni sarebbero tutte in dilatazione

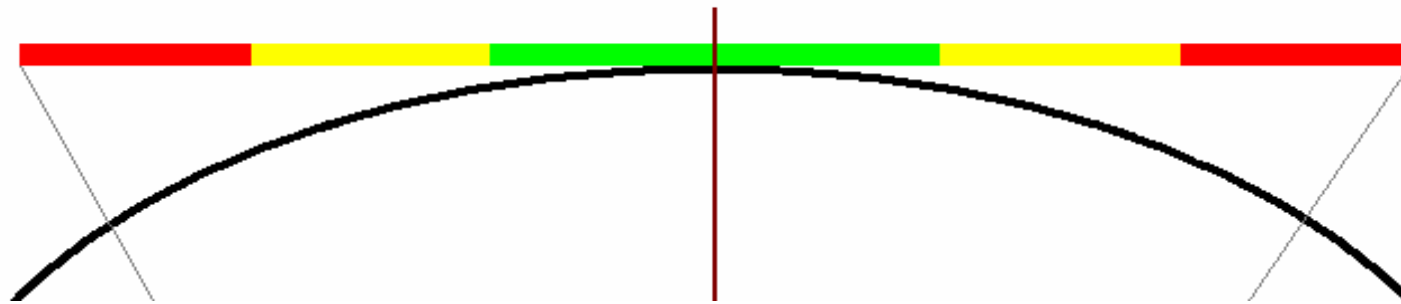
Per distribuire le deformazioni in modo più bilanciato, riducendo così il valore massimo della deformazione, viene introdotto un fattore di scala sul meridiano centrale

Usando l'analogia del cilindro e considerando un fuso di 6° :

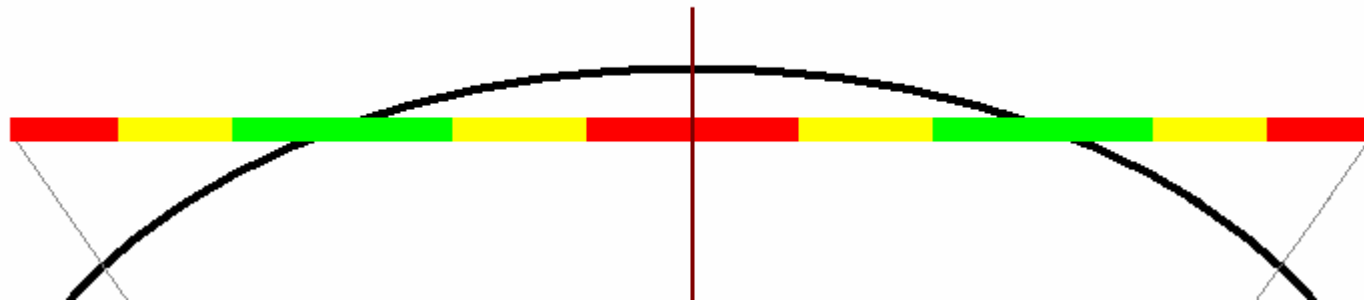


La fascia centrale è in contrazione

Aree più o meno penalizzate:



Senza fattore di contrazione



Con fattore di contrazione

Conve2014

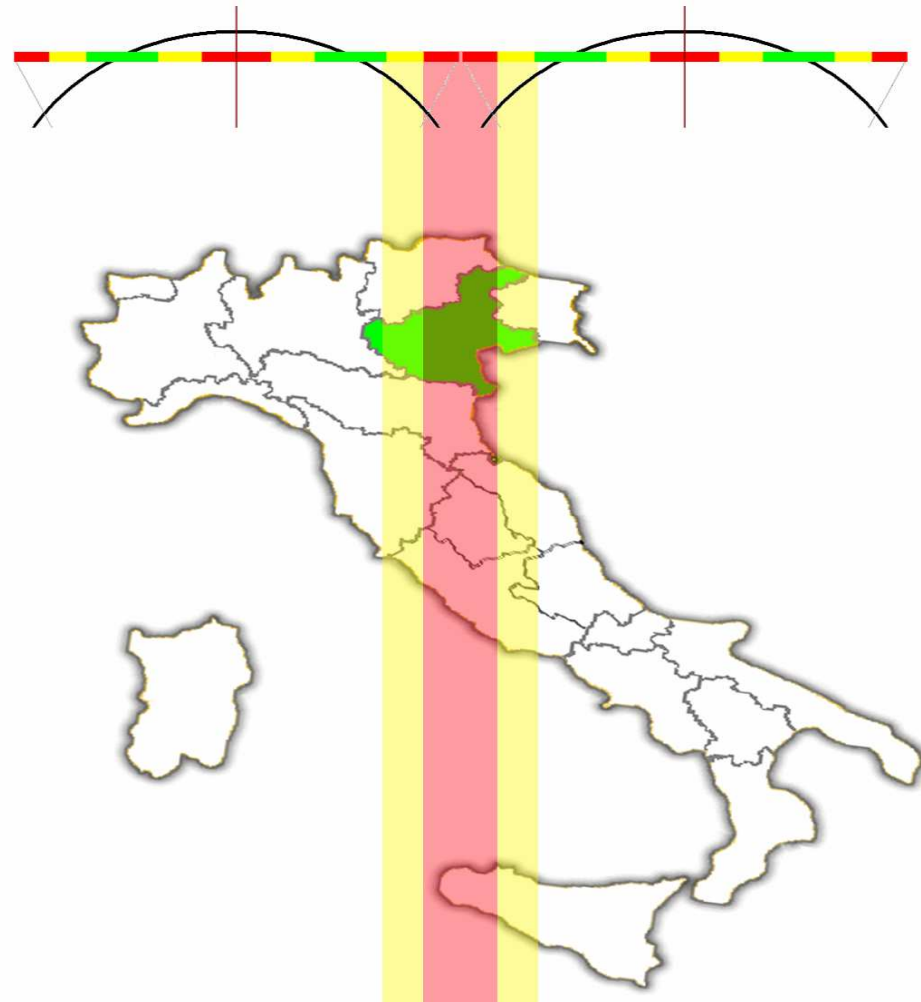
Con i sistemi Gauss-Boaga e U.T.M.,

nella zona centrale dell'Italia si ha :

- discontinuità dei fusi
- deformazioni max

Gauss-Boaga Ovest
U.T.M. 32

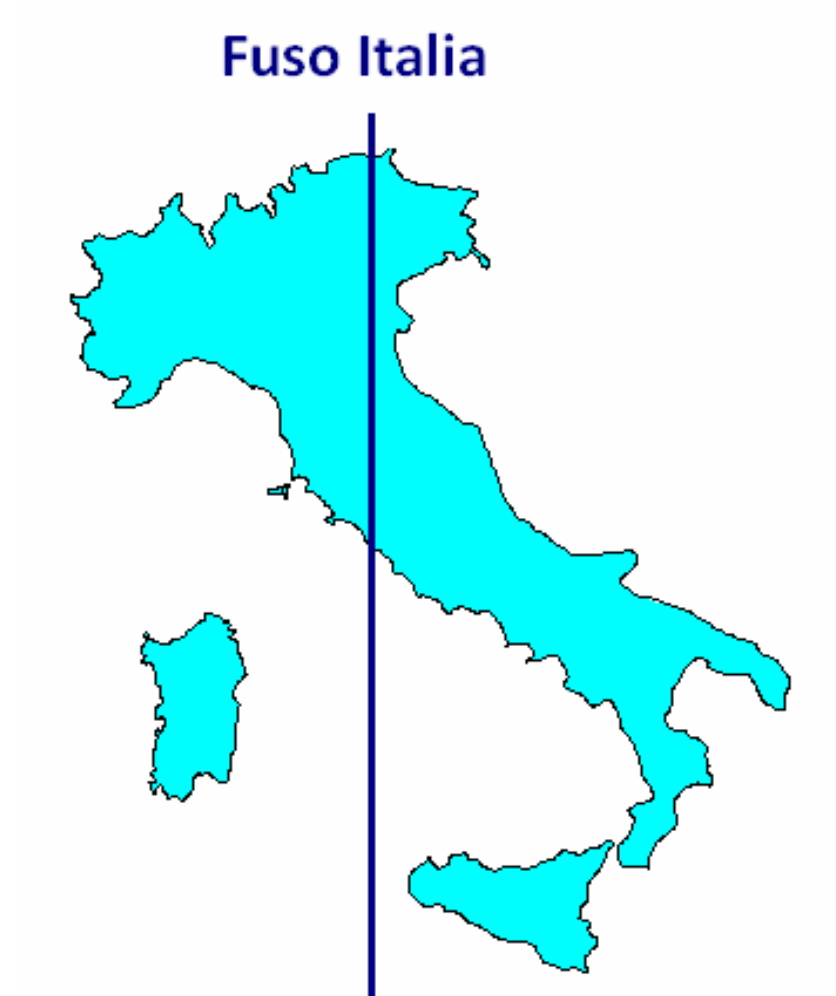
Gauss-Boaga Est
U.T.M. 33



Soluzione della discontinuità,
progettata secondo un'ottica
nazionale:

“Fuso Italia”

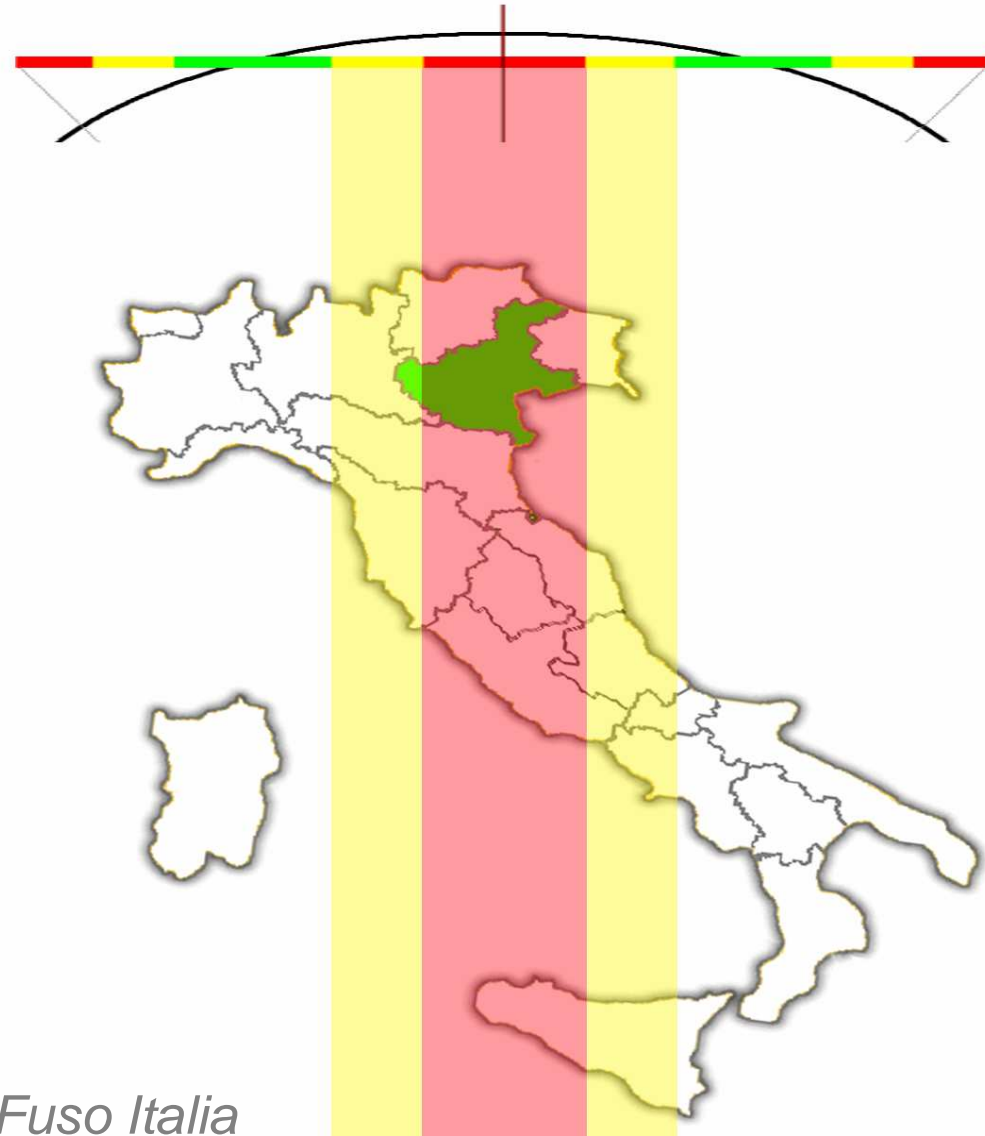
- meridiano centrale 12°
- fattore di scala: 0.9985
- falsa origine Est: 7000 km



Avendo un fattore di
contrazione forte
(per simmetrizzare
le deformazioni a
livello nazionale),

il Fuso Italia

penalizza la fascia
centrale

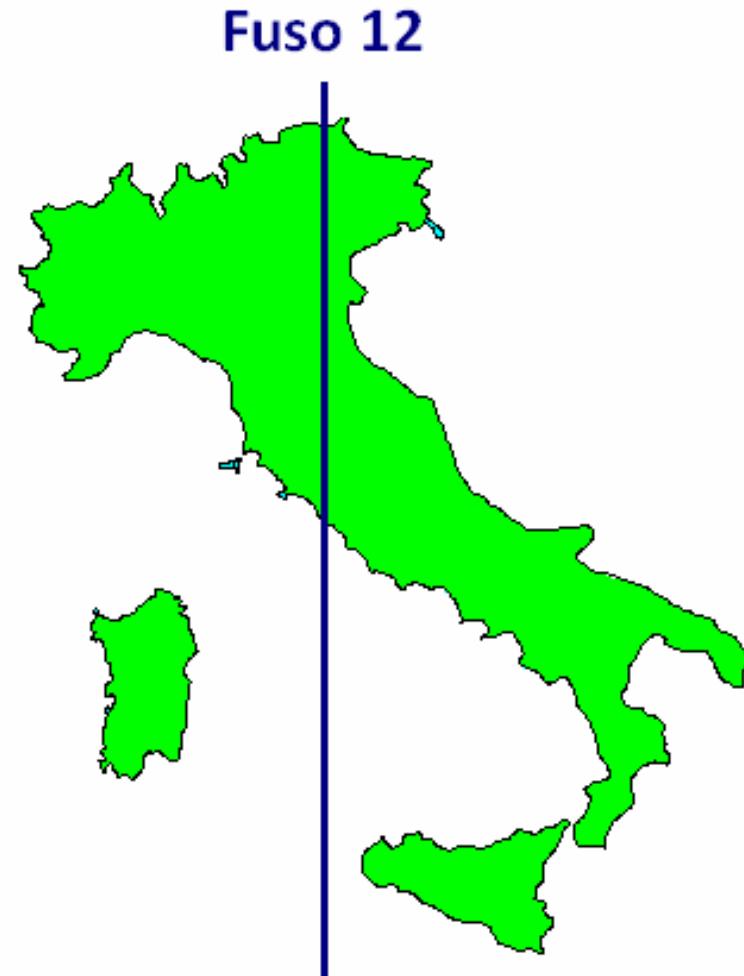


Fuso Italia

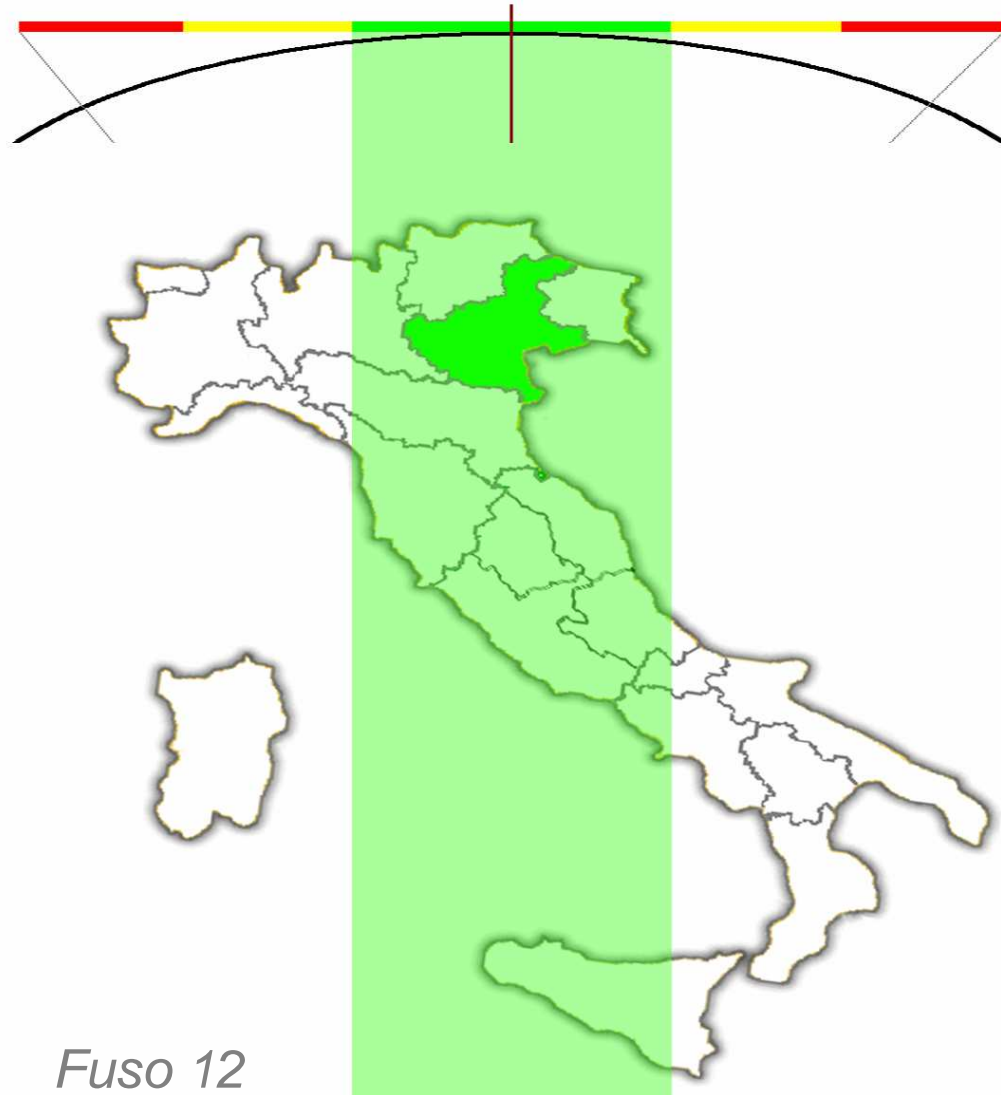
Soluzione alternativa, pensata per la Regione del Veneto ma utile anche in altre aree:

“Fuso 12”

- meridiano centrale 12°
- fattore di scala: 1.0
- falsa origine Est: 3000 km



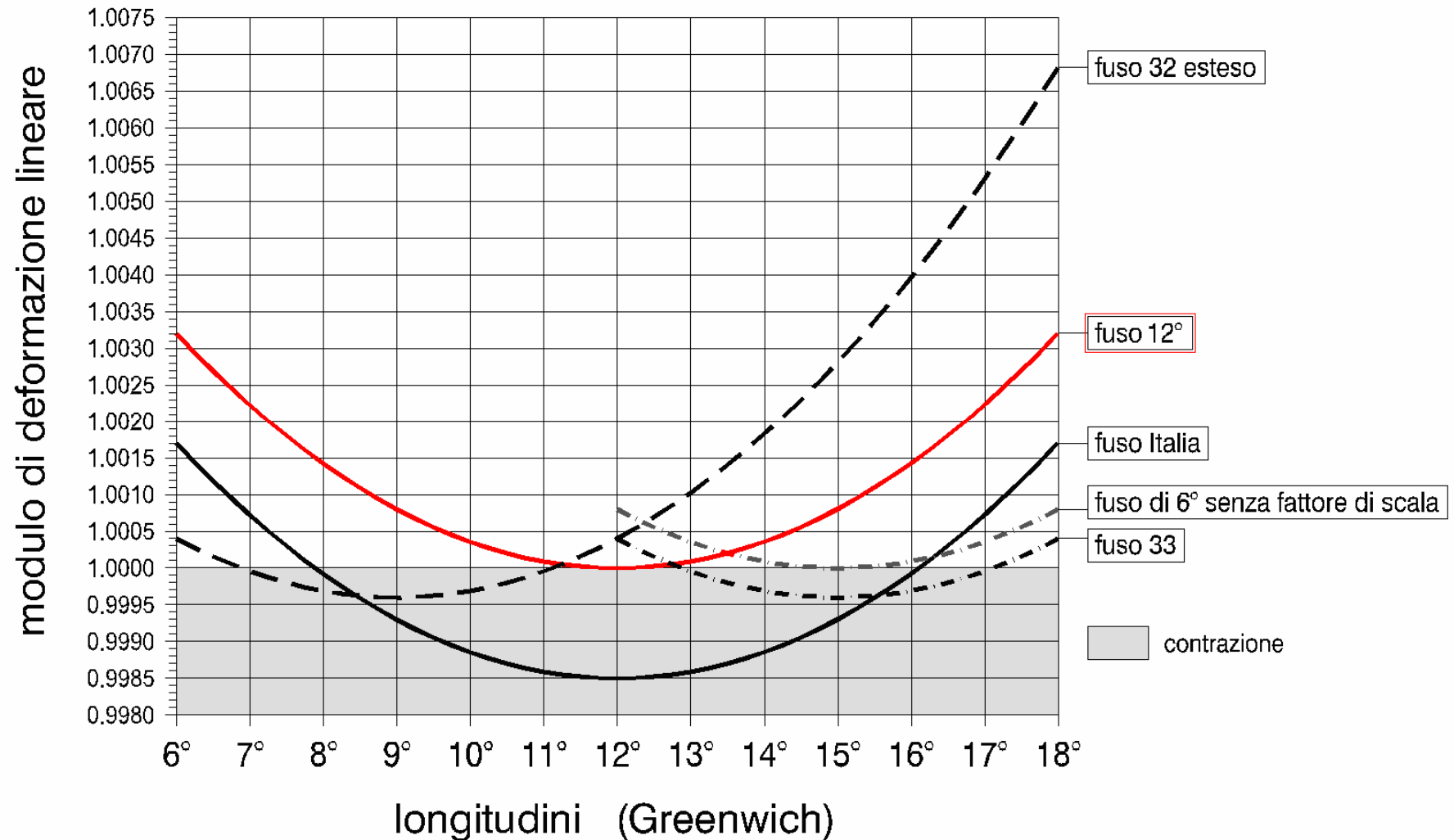
Avendo un fattore di
scala unitario sul
meridiano centrale,
il Fuso 12
è ottimale per la
fascia che comprende
la Regione del Veneto



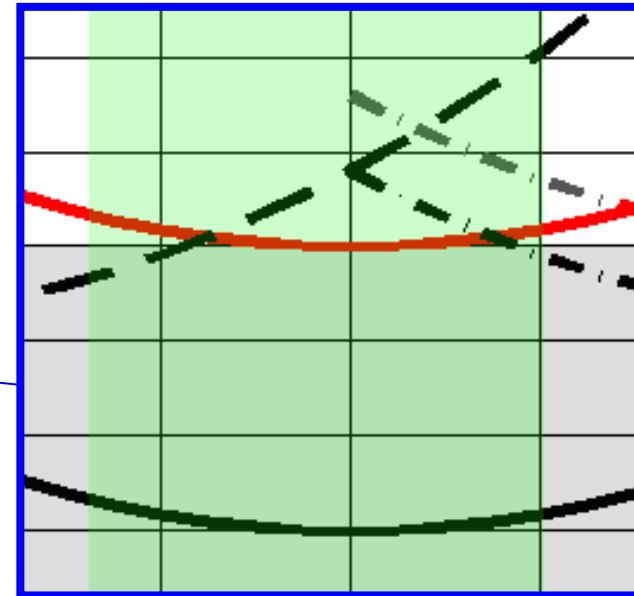
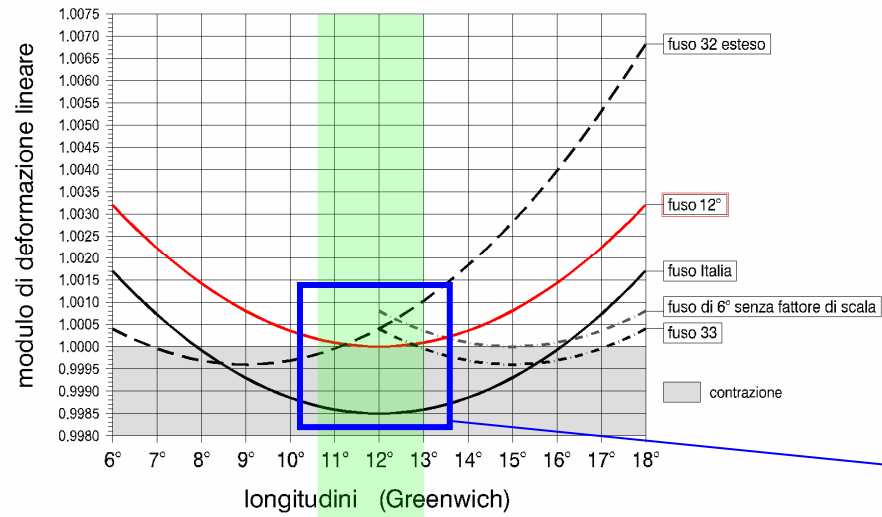
Fuso 12

Conve2014

Andamento delle deformazioni per i vari fusi:



Conve2014



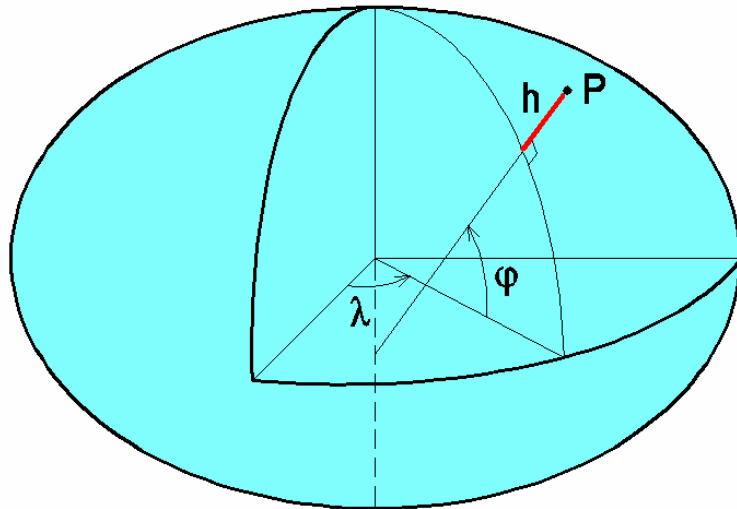
Deformaz. max < 400 ppm

Conve2014

Quindi, per la Regione del Veneto,
il sistema di coordinate piane “Fuso 12”
risolve il problema della discontinuità
fra fusi diversi, senza introdurre deformazioni
cartografiche peggiorative rispetto alle
soluzioni nazionali o sovra nazionali
Gauss-Boaga e U.T.M.

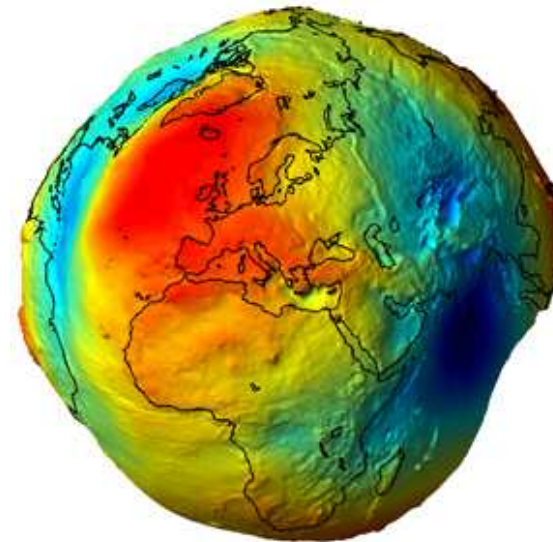
La componente altimetrica

Vi sono da gestire due diversi riferimenti altimetrici:



ellissoide

altezza ellissoidica
(dipende dal sistema)



geoide

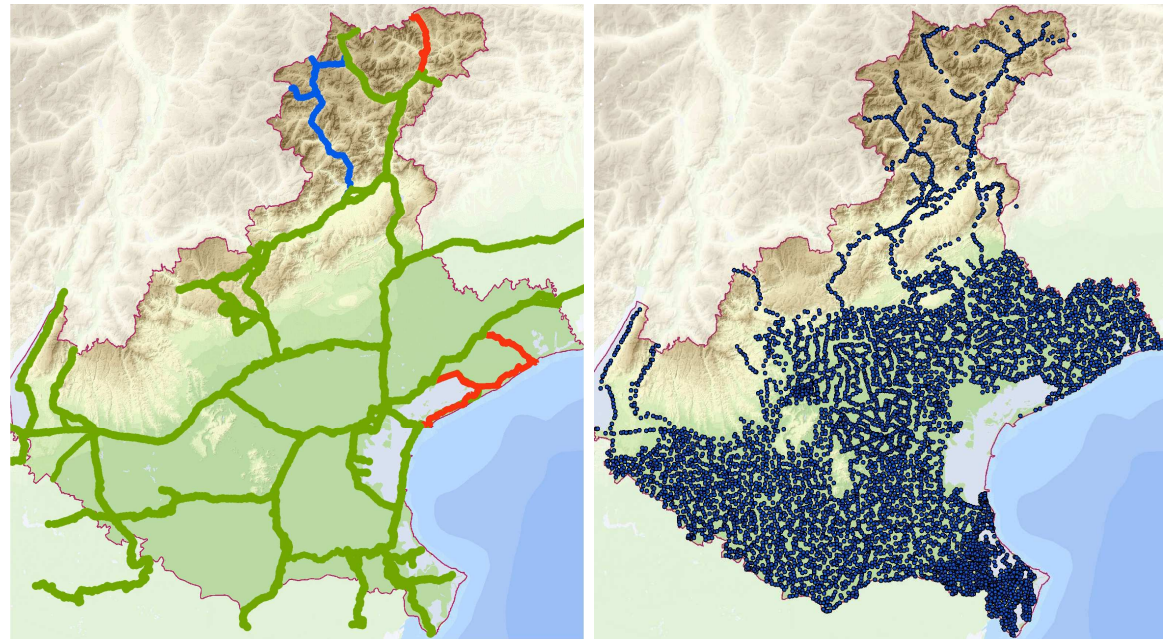
quota geoidica, o “s.l.m.m.”
(rif. nazionale: GENOVA42)

Conve2014

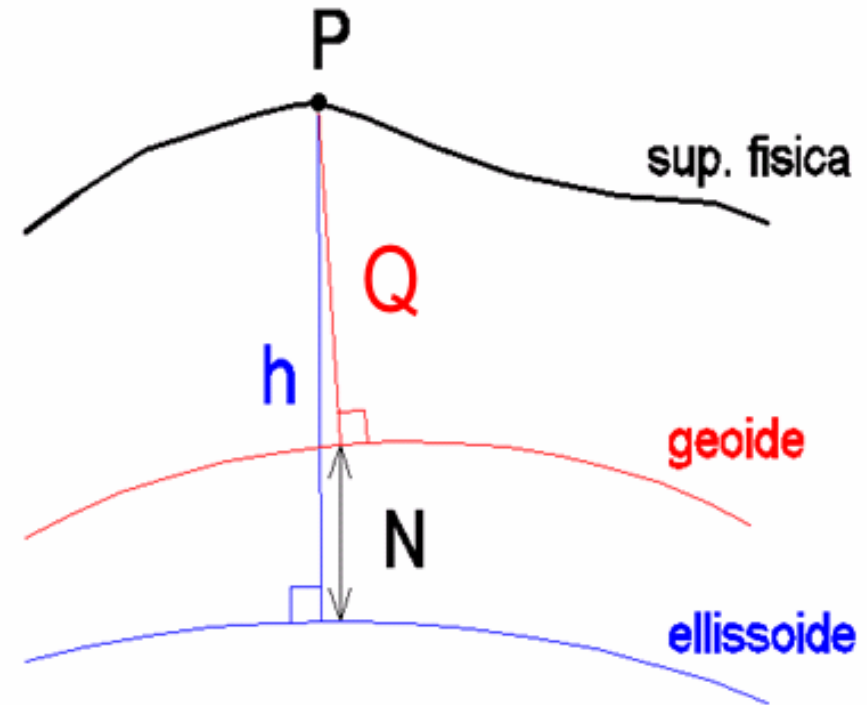
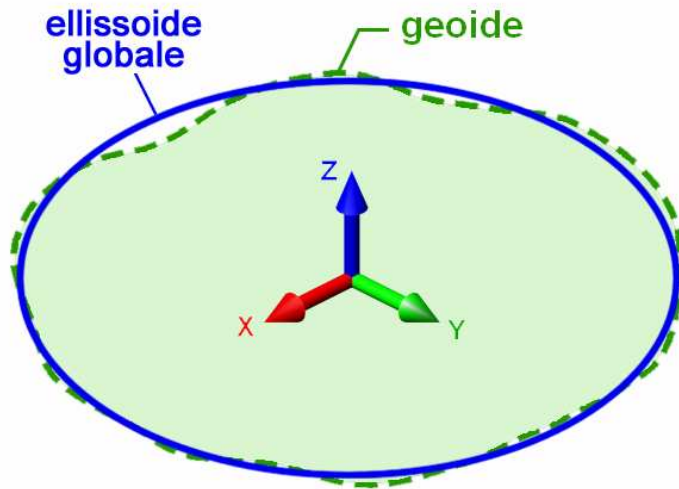
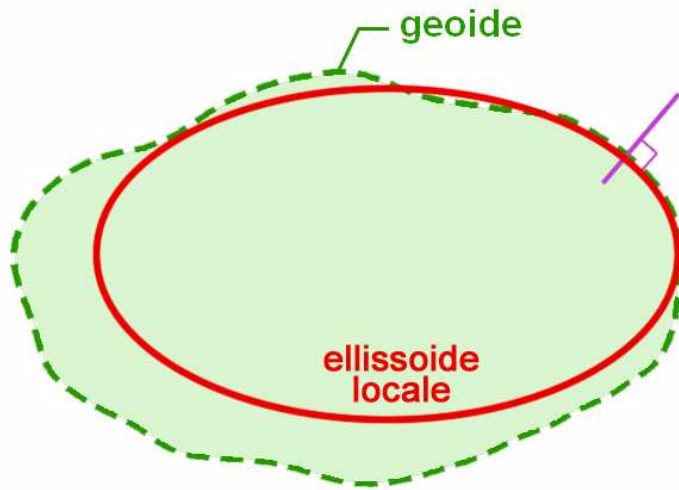
La realizzazione del sistema altimetrico
(quote geoidiche) è data dalle reti di livellazione



rete nazionale IGM



rete e capisaldi regionali

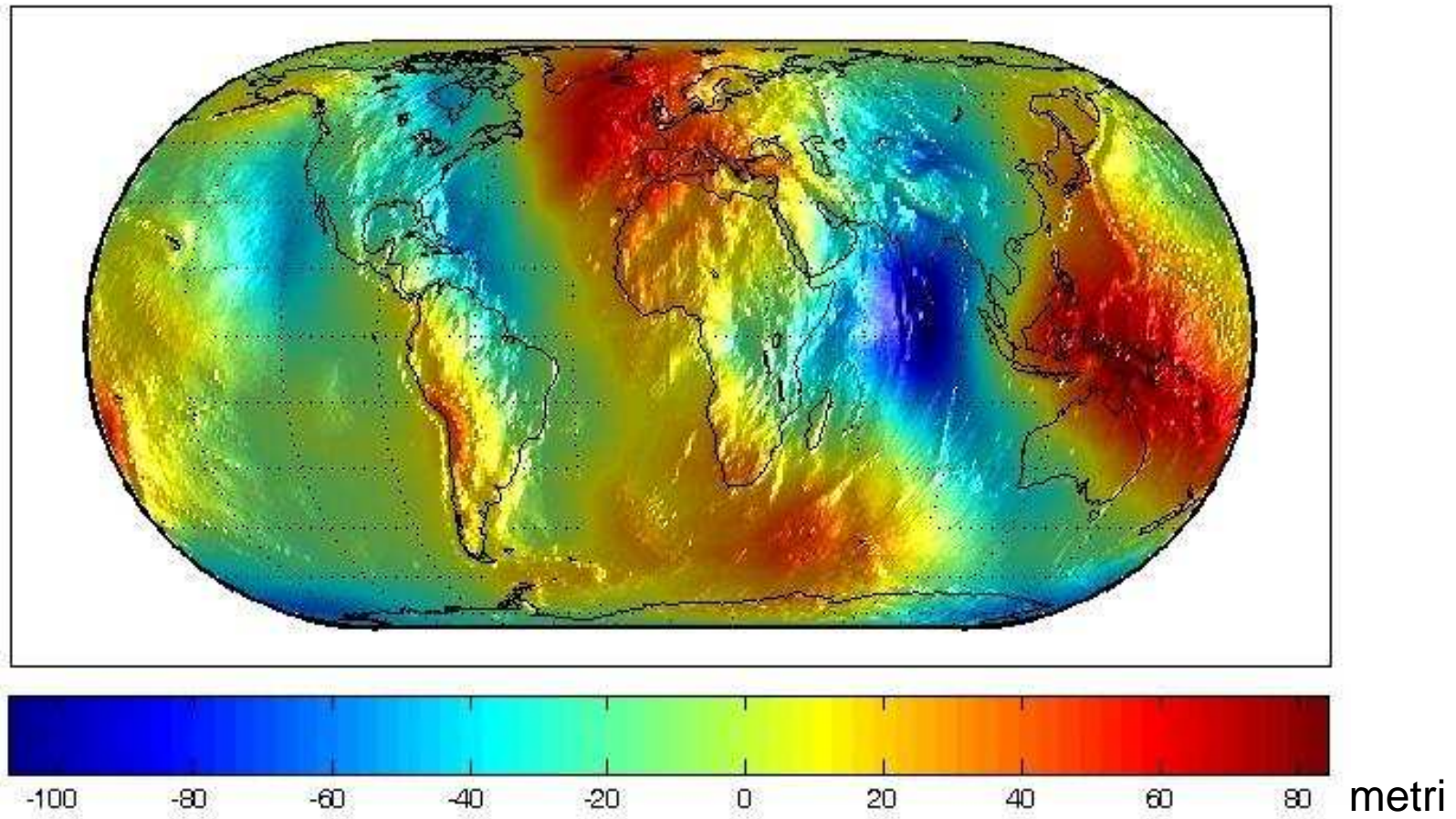


Per passare da altezza ellissoidica a quota geoidica e viceversa occorre la

“separazione” N

(chiamata anche “ondulazione geoidica”)

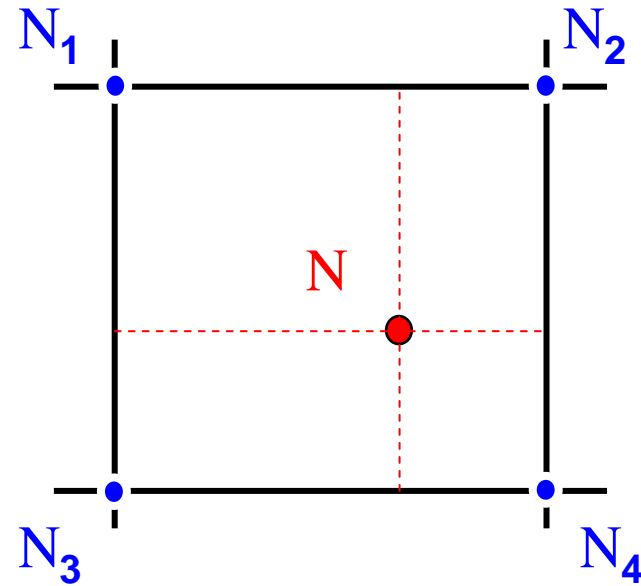
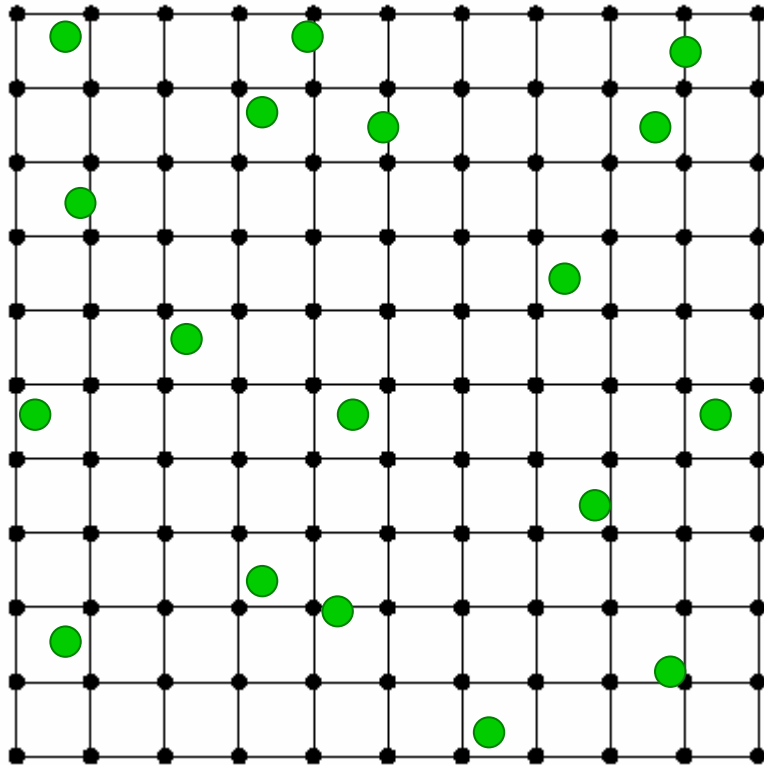
Conve2014



Valori di N in un modello di geoidi mondiale (EGM96)

Per modellare N si utilizza la metodologia dei “grigliati”

Noto il valore di N in alcuni punti (misurati),
si ricava un modello a griglia regolare:



e si può utilizzare l'interpolazione
bilineare all'interno della maglia

Conve2014

Modelli di geoidi:




- ITALGEO99
 - ITALGEO2005
- } modelli nazionali della separazione fra ETRF89 e GENOVA42
- modelli locali
 - adattamenti locali dei modelli nazionali

Conve2014

1. Il problema

- sistemi di riferimento diversi
- discontinuità fra fusi diversi
- due diversi riferimenti altimetrici

2. La soluzione concettuale

- utilizzo di un solo sistema 
- definizione di un fuso unico 
- metodi matematici per le conversioni 

3. Gli strumenti

- Codici EPSG
- ConVE2014
- “Grigliati”

Conve2014

Gli strumenti: i nuovi sistemi hanno ricevuto la codifica EPSG
Sito www.igmi.org, voce Servizio Geodetico:



Istituto Geografico Militare :::: Servizio Geodetico

Gli elementi geodetici costituiscono la necessaria premessa scientifica a qualsiasi intervento sul territorio. Il Servizio Geodetico dell'IGM ha il compito della realizzazione e del mantenimento del riferimento geometrico di precisione su tutto il territorio nazionale, finalizzato alla realizzazione dei lavori topografici necessari sia per la produzione cartografica che per la realizzazione delle grandi opere ingegneristiche.

Novità nei progetti e servizi

AVVISO

Scarica la nota per l'utilizzo dei sistemi geodetici di riferimento nei software GIS
Scarica i file prj relativi ai sistemi di riferimento utilizzati per il territorio italiano

:· **Informazioni sulle reti geodetiche**

:· **Software geodetici**

:· **Informazioni sulla sezione metrologia**

:· **Altri prodotti e prestazioni**

Conve2014

Codifica EPSG dei sistemi RDN2008 (ETRF2000):

<i>Name</i>	<i>Identifier</i>	<i>CRS kind</i>	<i>CS Axes</i>
RDN2008	6704	geocentric	X,Y, Z
RDN2008	6705	3D geographic	φ, λ, h
RDN2008	6706	2D geographic	φ, λ
RDN2008/TM32	6707	Projected	Nord, Est
RDN2008/TM33	6708	Projected	Nord, Est
RDN2008/TM34	6709	Projected	Nord, Est
RDN2008/Italy zone	6875	Projected	Nord, Est
RDN2008/Zone 12	6876	Projected	Nord, Est

(da: "Nota per il corretto utilizzo dei sistemi geodetici di riferimento all'interno dei software GIS", www.igmi.org)

Conve2014

Scheda EPSG per il sistema 6876 (Fuso 12):

query by filter retrieve by code

Code: Retrieve Reset ?

Welcome guest! | [\(login or register\)](#) | [help](#)

International Association of Oil & Gas Producers

EPSG Geodetic Parameter Registry Version: 8.6.3

Note: Codes are only unique within a type, therefore multiple codes may be retrieved.

ProjectedCRS [RDN2008 / Zone 12] [metadata](#)

Code: [EPSG::6876](#)
Name: [RDN2008 / Zone 12](#)

+ Aliases

+ Area of Use [Italy] [metadata](#)

+ Base Geodetic CRS [RDN2008] [metadata](#)

- Conversion [Italy zone 12] [metadata](#)

Code: [EPSG::6878](#)
Name: [Italy zone 12](#)

Operation is Reversible: yes

+ Area of Use [Italy] [metadata](#)

Parameter Values

Parameter Name	Parameter Value or Parameter File	Unit of Measure	Sign Reversible
Latitude of natural origin	0°	degree	No
Longitude of natural origin	12° E	degree	No
Scale factor at natural origin	1	unity	No

[Back to IOGP's Geomatics area](#)

RDN2008 / Zone 12[VALID]

Remarks: Used in some Italian Departments whose territory falls in both zones TM32 and TM33 (i.e. crosses the meridian of 12°E).

Scope: Topographic mapping, engineering survey and GIS.

Information Source: IGM Italy.

Data Source: OGP

Revision Date: 2014-09-18

Change ID: [EPSG::2014.028](#)

Change ID: [EPSG::2014.065](#)

[GML](#)

[WKT](#)

(da <http://www.epsg-registry.org/>)

Conve2014

Gli strumenti: aggiornamento ConVE2014...

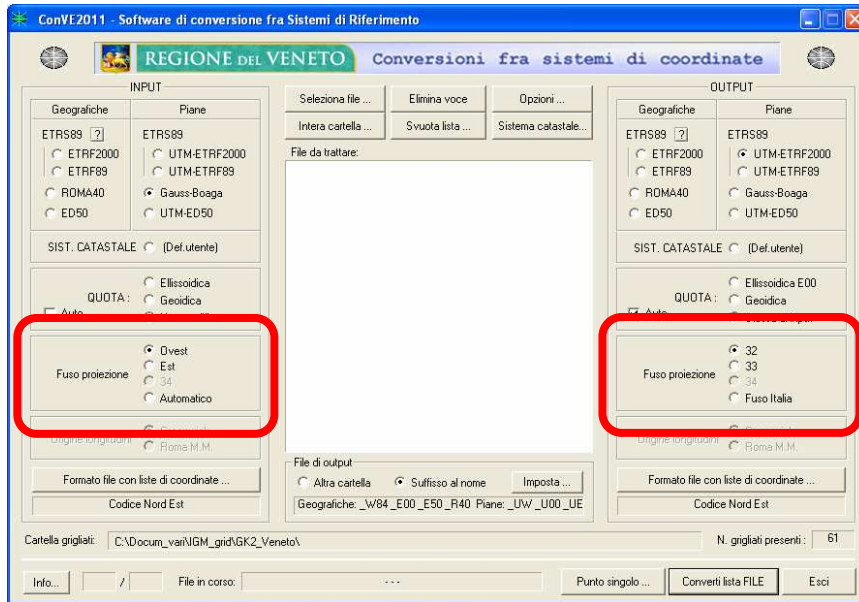
The screenshot shows the ConVE2014 software interface, titled "REGIONE DEL VENETO Conversioni fra sistemi di coordinate". The interface is divided into several sections: INPUT, OUTPUT, and a central area for file management and options. Red circles and lines highlight specific features, labeled with letters A through M. The annotations are as follows:

- A** Impostazioni di input
- B** Impostazioni di output
- C** Selezione dei file
- D** Modifica della lista dei file selezionati
- E** Opzioni generali
- F** Impostazione del sistema catastale
- G** Formato dei file ascii di input
- H** Formato dei file ascii di output
- I** Codici EPSG da file prj
- L** Nomi dei file di output
- M** Indicazione della cartella con i "grigliati"
- N** Stato delle trasformazioni in corso
- O** Calcolo di un punto singolo
- P** Elaborazione dei file della lista

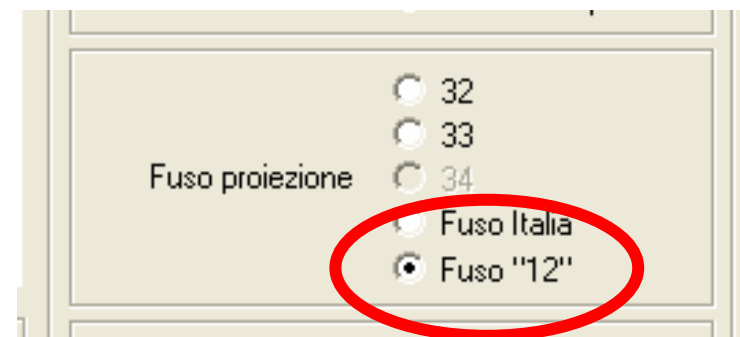
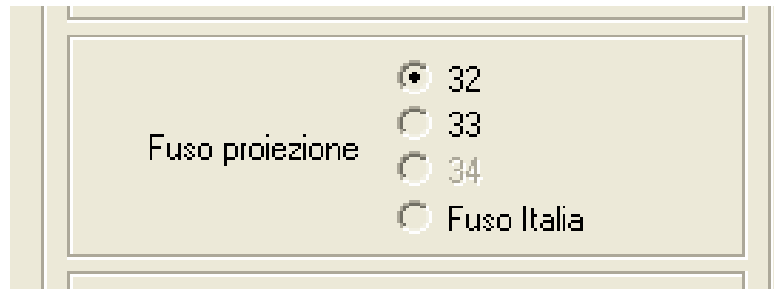
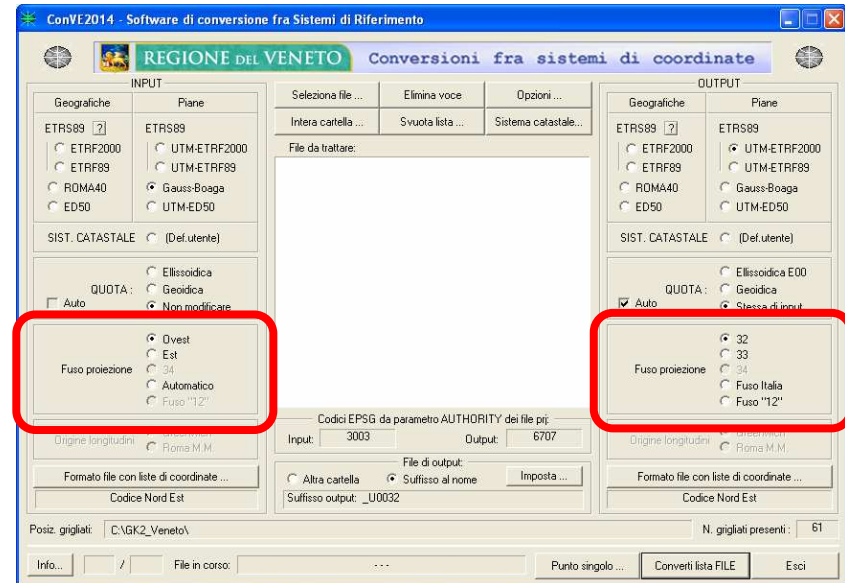
...per la gestione del Fuso 12

Conve2014

ConVE2011



ConVE2014



Finestra di dialogo principale

ConVE2014

Il software elabora singoli punti oppure file con liste di coordinate, file di georeferenziazione, shapefile, dxf e altri formati

Considera anche la componente altimetrica, per i passaggi fra quote ellissoidiche e geoidiche

Trasforma le coordinate Cassini-Soldner dei sistemi catastali, per le zone di cui si conosca il centro di emanazione.

(Il programma contiene i centri delle zone più estese di interesse regionale; altri possono essere aggiunti dall'utente)

ConVE2014

Il software è in grado di utilizzare i grigliati IGM: richiede l'indicazione della cartella che contiene i file *.GRn o *.GKn e carica automaticamente tutti quelli presenti nella cartella

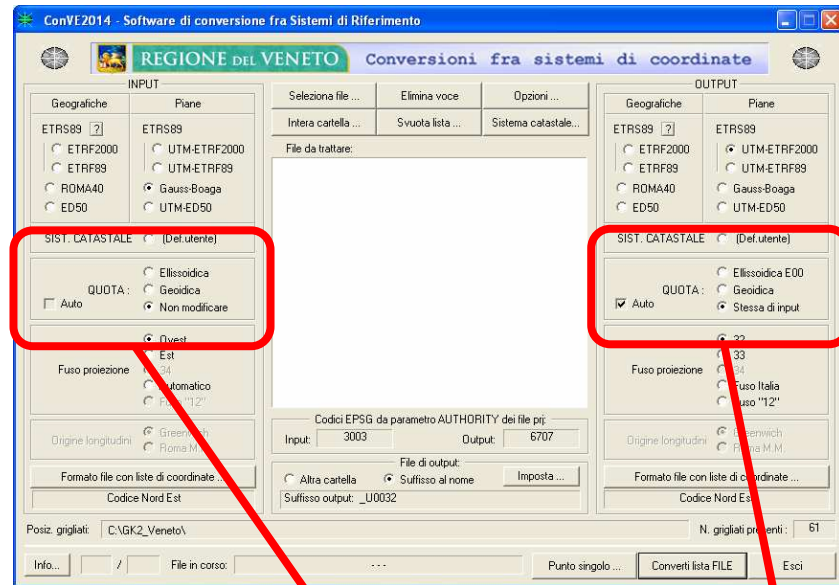
Il programma non contiene in modo predefinito alcun valore relativo ai grigliati IGM, ma utilizza i file *.GRn o *.GKn memorizzati esternamente

L'algoritmo di calcolo per l'utilizzo dei grigliati è lo stesso implementato nel software "Verto"

In assenza dei grigliati, le trasformazioni avvengono secondo modelli approssimati, che forniscono precisioni sub-metriche per la componente planimetrica e dell'ordine di un paio di metri per la quota

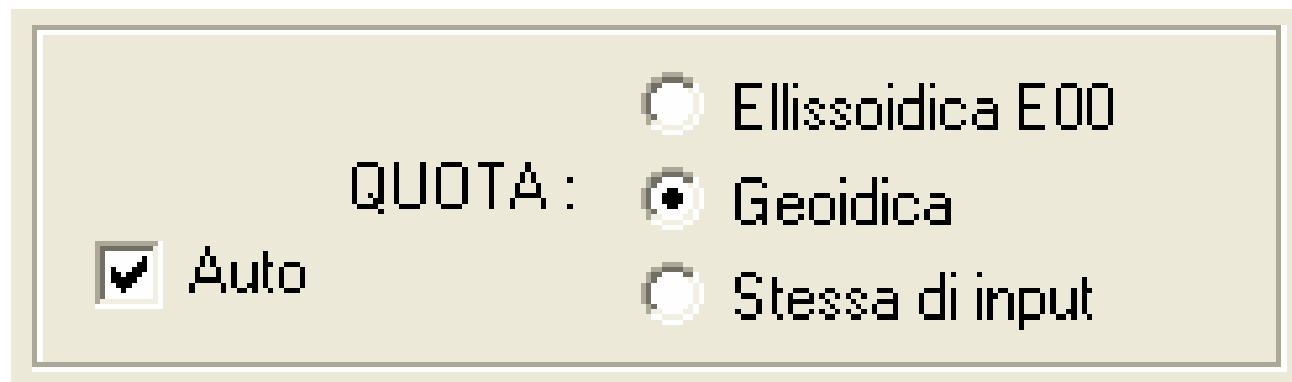
Conve2014

Impostazioni per le conversioni altimetriche



	Geografiche	Piane
ETRF2000	ellipsoidica E00	geoidica
ETRF89	ellipsoidica E89	geoidica
ED50		geoidica
ROMA40		geoidica

Opzione "Auto"



Conve2014

Alcune considerazioni riguardo alle conversioni altimetriche

- I modelli nazionali ITALGEO contengono i valori di separazione fra il geoide e le altezze ellissoidiche del sistema ETRF89; per passare alle altezze ellissoidiche ETRF2000 il programma aggiunge la differenza altimetrica fra i due sistemi, modellata nei grigliati di tipo “K”
- Occorre tenere presente che se si applica una conversione altimetrica ad un file di contenuto cartografico, nel file trasformato le curve di livello risultano a quota non costante e i punti quotati hanno la coordinata Z diversa da quanto espresso nel testo associato.

Gli strumenti: i “Grigliati”

Attualmente i grigliati IGM sono disponibili nelle versioni:

- **GR1** – ROMA40-ED50-ETRF89, geoida Italgco99
- **GR2** – ROMA40-ED50-ETRF89, geoida Italgco2005
- **GK1** – ROMA40-ED50-ETRF89-ETRF2000, geoida Italgco99
- **GK2** – ROMA40-ED50-ETRF89-ETRF2000, geoida Italgco2005

ed inoltre, grazie anche ad una collaborazione con la Regione Emilia-Romagna, nel formato:

- **NTv2** (formato canadese, si sta affermando come standard)




Esistono inoltre grigliati altimetrici locali, gestiti dai relativi proprietari (che comunque ConVE è in grado di utilizzare)

Conclusioni

1. Il problema

- sistemi di riferimento diversi
- discontinuità fra fusi diversi
- due diversi riferimenti altimetrici

2. La soluzione concettuale

- utilizzo di un solo sistema 
- definizione di un fuso unico 
- metodi matematici per le conversioni 

3. Gli strumenti

- Codici EPSG 
- ConVE2014 
- “Grigliati” 