

Istituto geografico Militare

Servizio Geodetico





Attività Geodetica

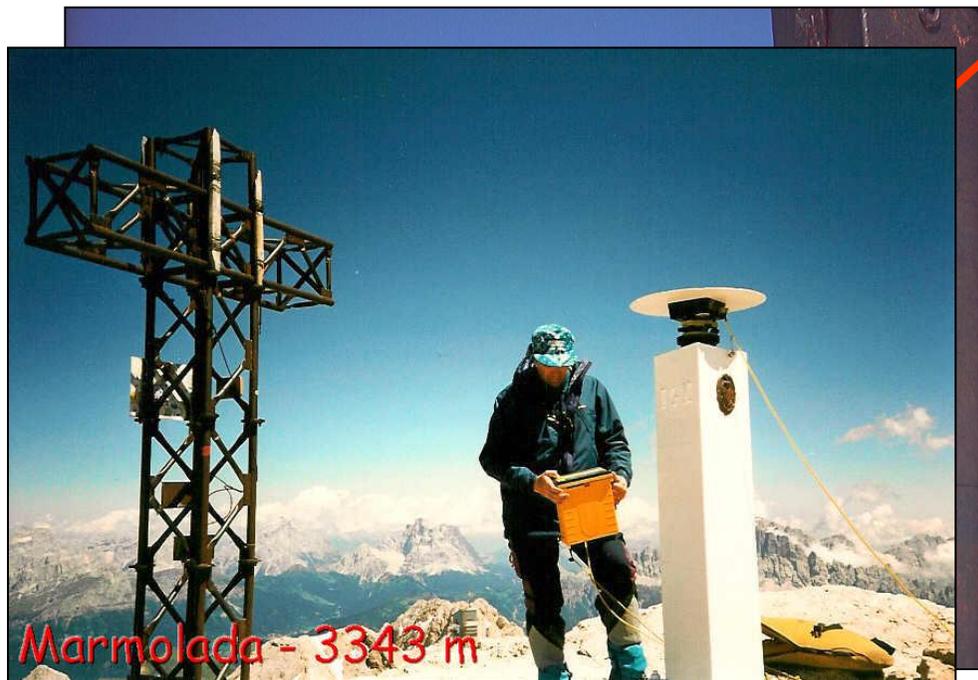
L'attività geodetica dell'IGM consiste principalmente: nella realizzazione e gestione del riferimento geometrico nazionale, costituito dalle reti geodetiche ed in altre attività connesse con la determinazione precisa delle posizioni, fra le quali citiamo le più significative:

- **manutenzione dei confini di Stato;**
- **attività riguardanti la geofisica** (astronomia geodetica, magnetismo, gravimetria);
- **lavori speciali:** misure geodetiche di alta precisione;
- **metrologia:** campionature e controlli di conformità della strumentazione (per uso interno e conto terzi);
- **produzione di software;**



Rete trigonometrica classica

- Rete storica fondamentale (1° ordine): 355 vertici
- Punti in posizioni dominanti del territorio



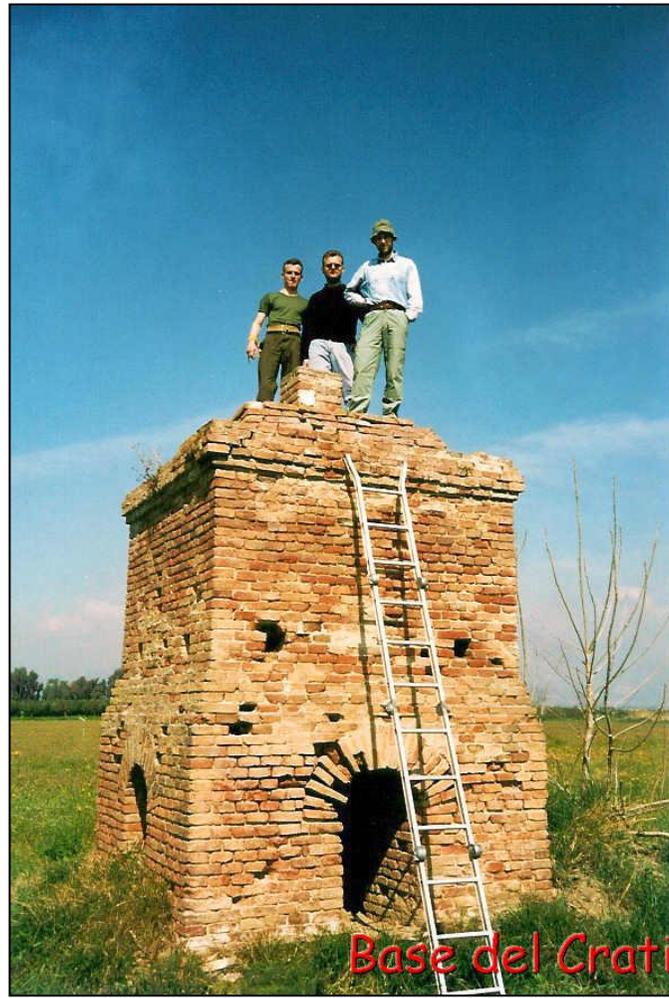


Materializzazione





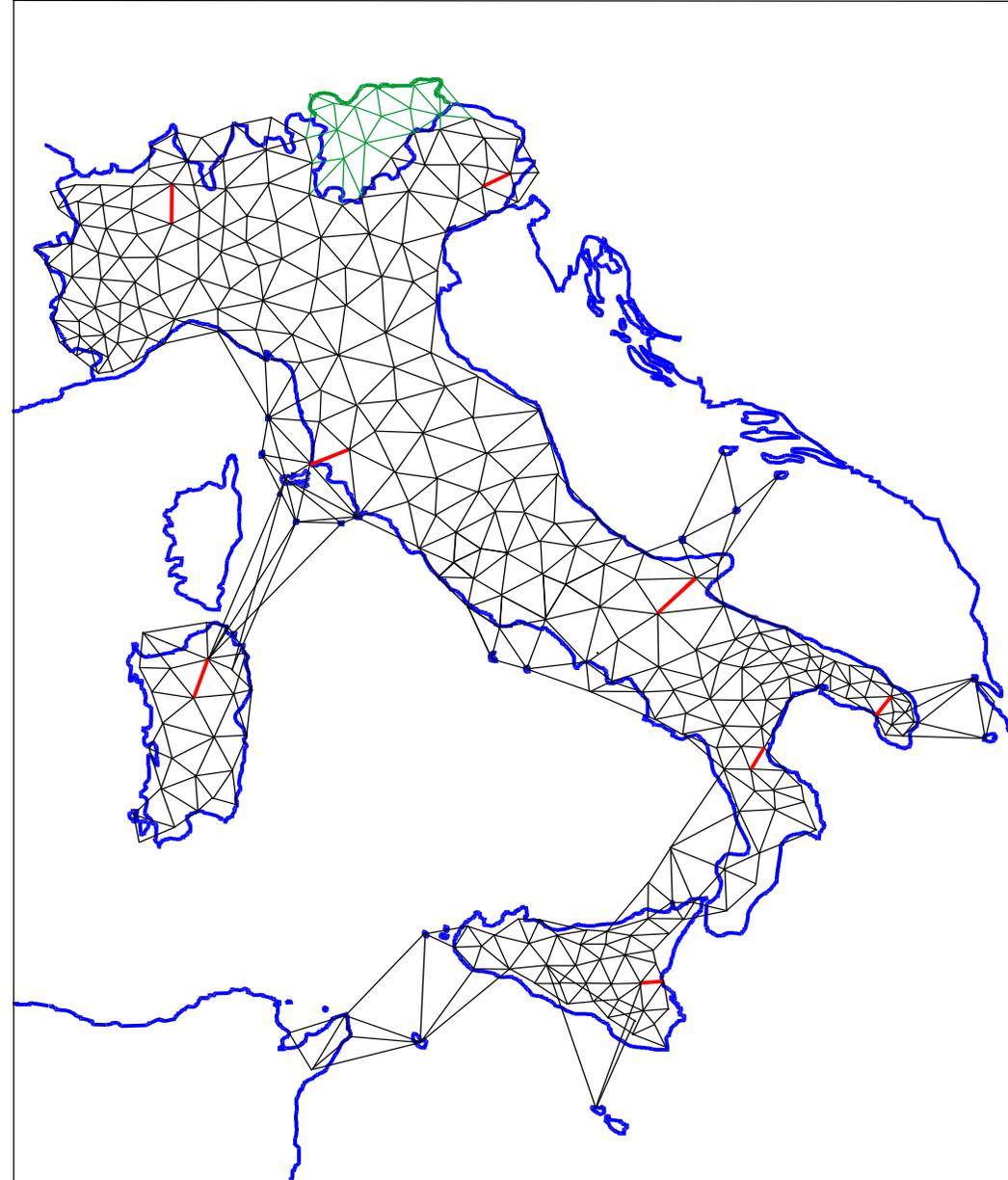
Materializzazione





Rete trigonometrica classica

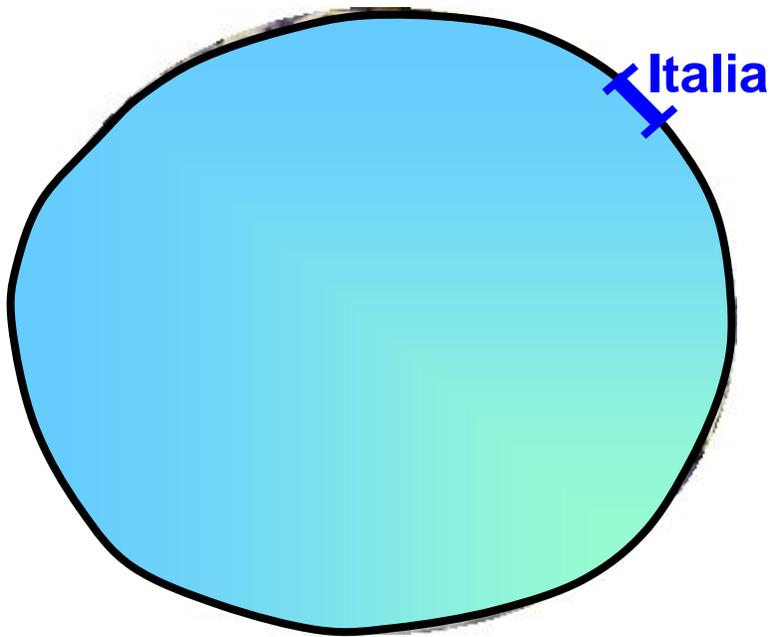
- Misurati tutti gli angoli
- Dimensionata su 8 basi geodetiche storiche
- Realizzata fra 1861 e i primi del '900 nel **Sistema di Riferimento Locale Bessel su Genova**
- Trasportata successivamente nel **Sistema di Riferimento Locale ROMA40** del quale costituisce ancora oggi la realizzazione



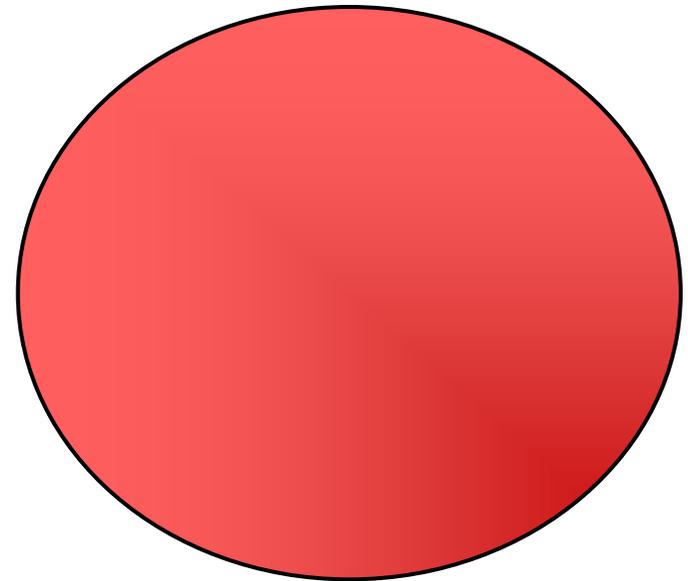


Sistema di Riferimento Locale

E' una convenzione con la quale si sostituisce la Terra vera con una superficie geometrica di forma e dimensioni note, e posizione stabilita rispetto al Geoide



Geoide



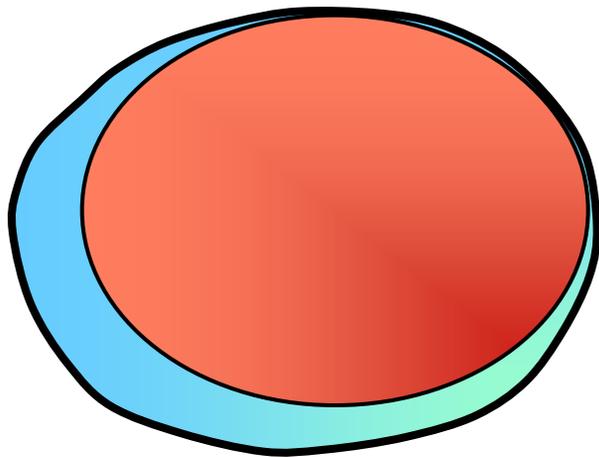
Ellissoide



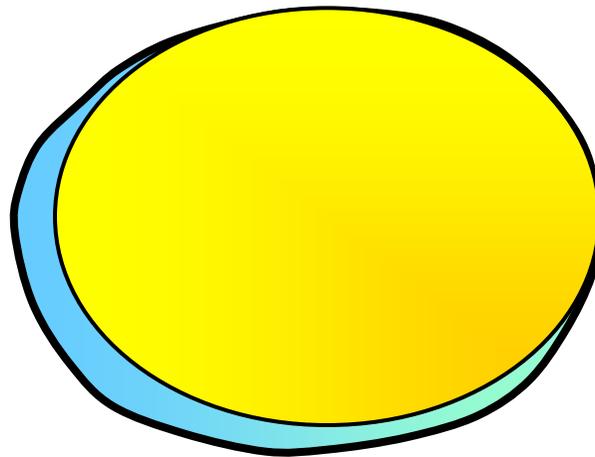
Sistemi Locali in Italia

- Il progresso scientifico ha consentito di calcolare nel tempo ellissoidi che approssimano sempre meglio il Geoide
- Nel corso del '900 si è passati da interessi nazionali ad una visione più ampia, prima continentale e poi mondiale

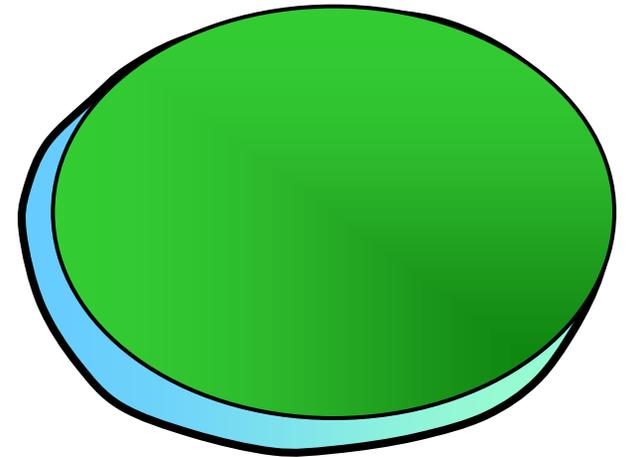
Per l'Italia:



**Primi del '900.
I° Sist. Nazionale
(Bessel su Genova)**



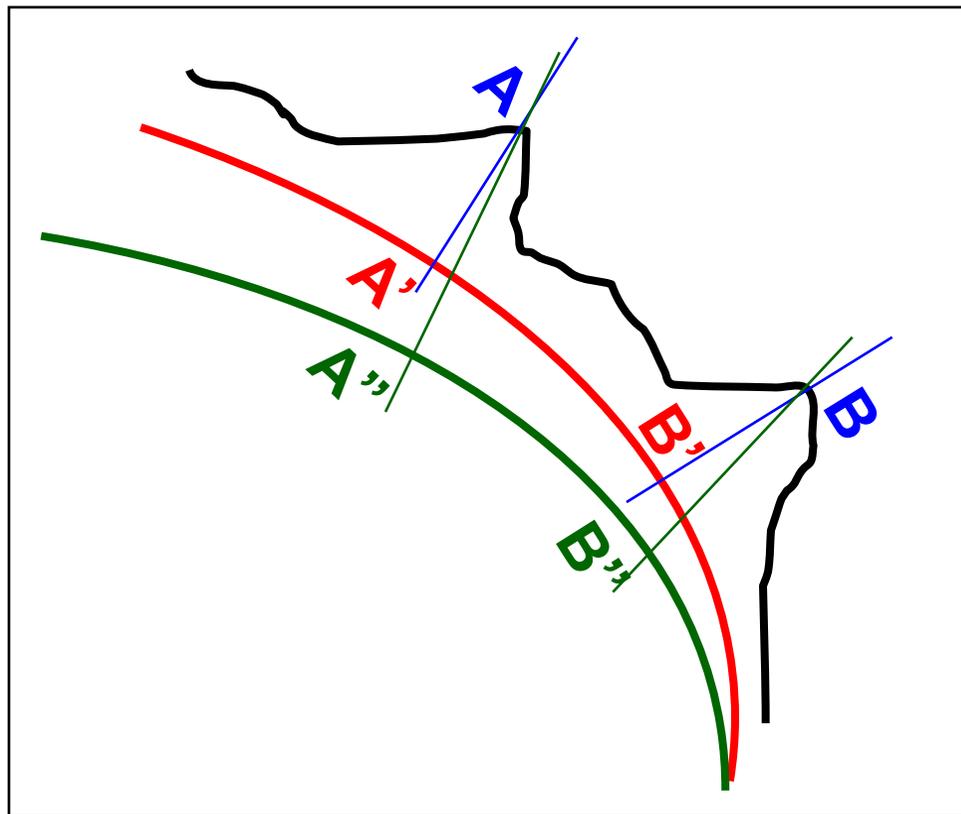
**anni '40 del 1900
(ROMA40)**



**Anni '60 del 1900
Sist. Europeo
(ED50)**



Differenze fra Sistemi

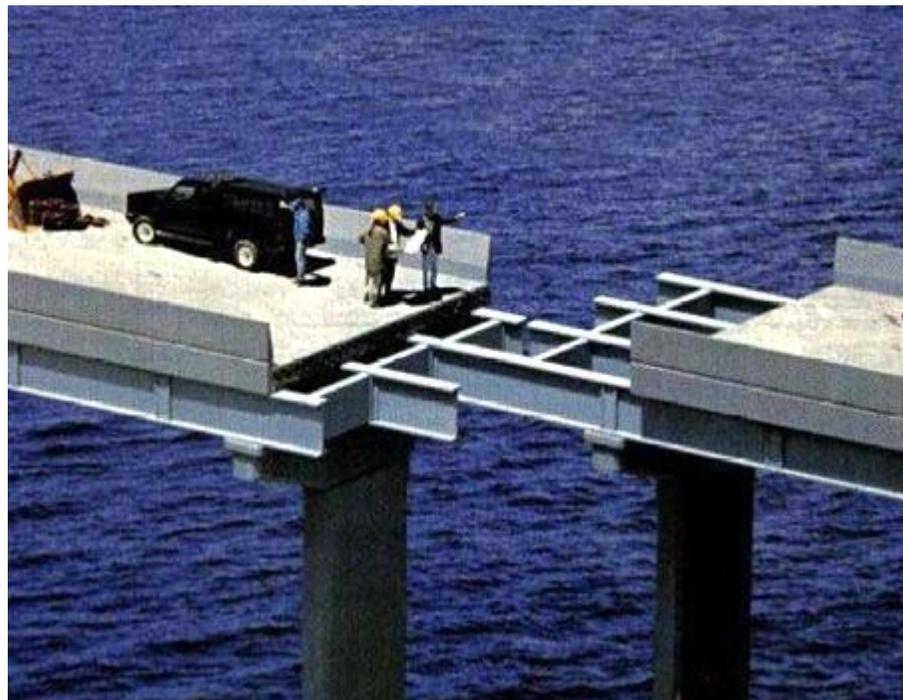


In differenti Sistemi di Riferimento lo stesso punto fisico della Terra assume una differente posizione e quindi differenti coordinate



Differenze fra Sistemi

Sono quindi evidenti le difficoltà che nascono avendo a che fare con diversi Sistemi di Riferimento ...

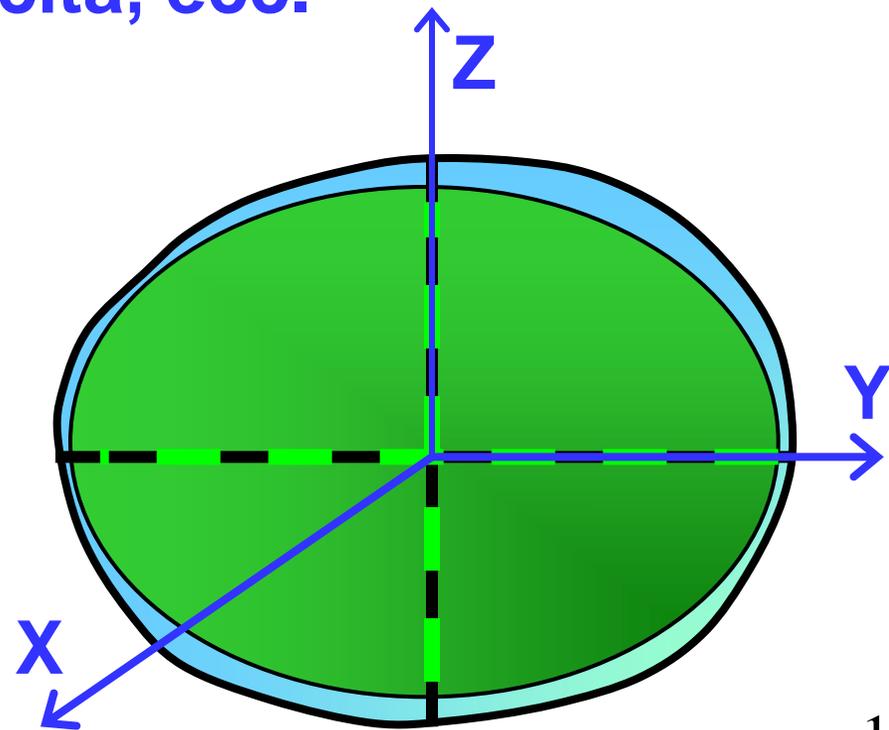


In Italia sono stati adottati nel corso del '900 tre Sistemi di Riferimento locali, definiti nel tempo senza mai abbandonare completamente quello in uso ...



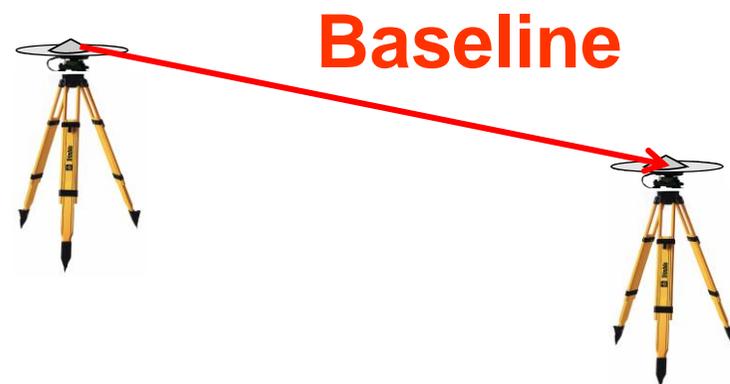
La geodesia satellitare: il GPS

- Negli anni '90 ha luogo la più grande rivoluzione della geodesia
- La geodesia satellitare: GPS
- Grandi vantaggi di precisione, rapidità, economicità, semplicità, ecc.
- Rende però necessaria l'adozione del Sistema di Riferimento Globale, in particolare in Europa: Sistema ETRS89, nella realizzazione ETRF89





Strumenti GPS





La rete IGM95

● Impianto: 1992-96

1230 punti

● Oggi oltre 2000 punti
(+ 2700 rete second.)

● Precisione:

Planimetria

$\sigma_{95\%} = 25 \text{ mm}$

Quota

$\sigma_{95\%} = 40 \text{ mm}$

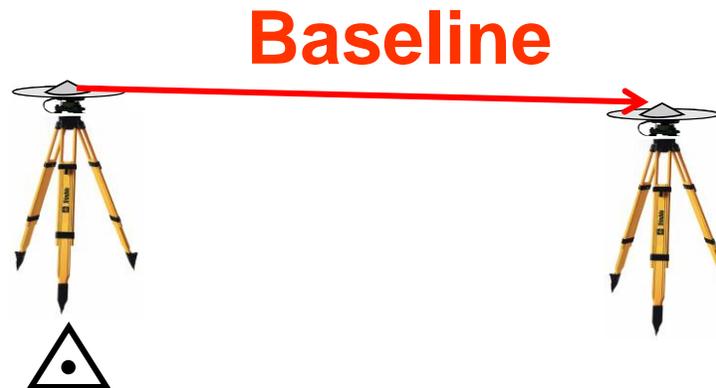
in totale un vettore nello
spazio di circa 5 cm





Evoluzione delle tecniche GPS

- Fine anni '80:
metodo statico
- Statico rapido
- Cinematico
- Fine anni '90:
Cinematico RTK





Stazione permanente



Base stabile

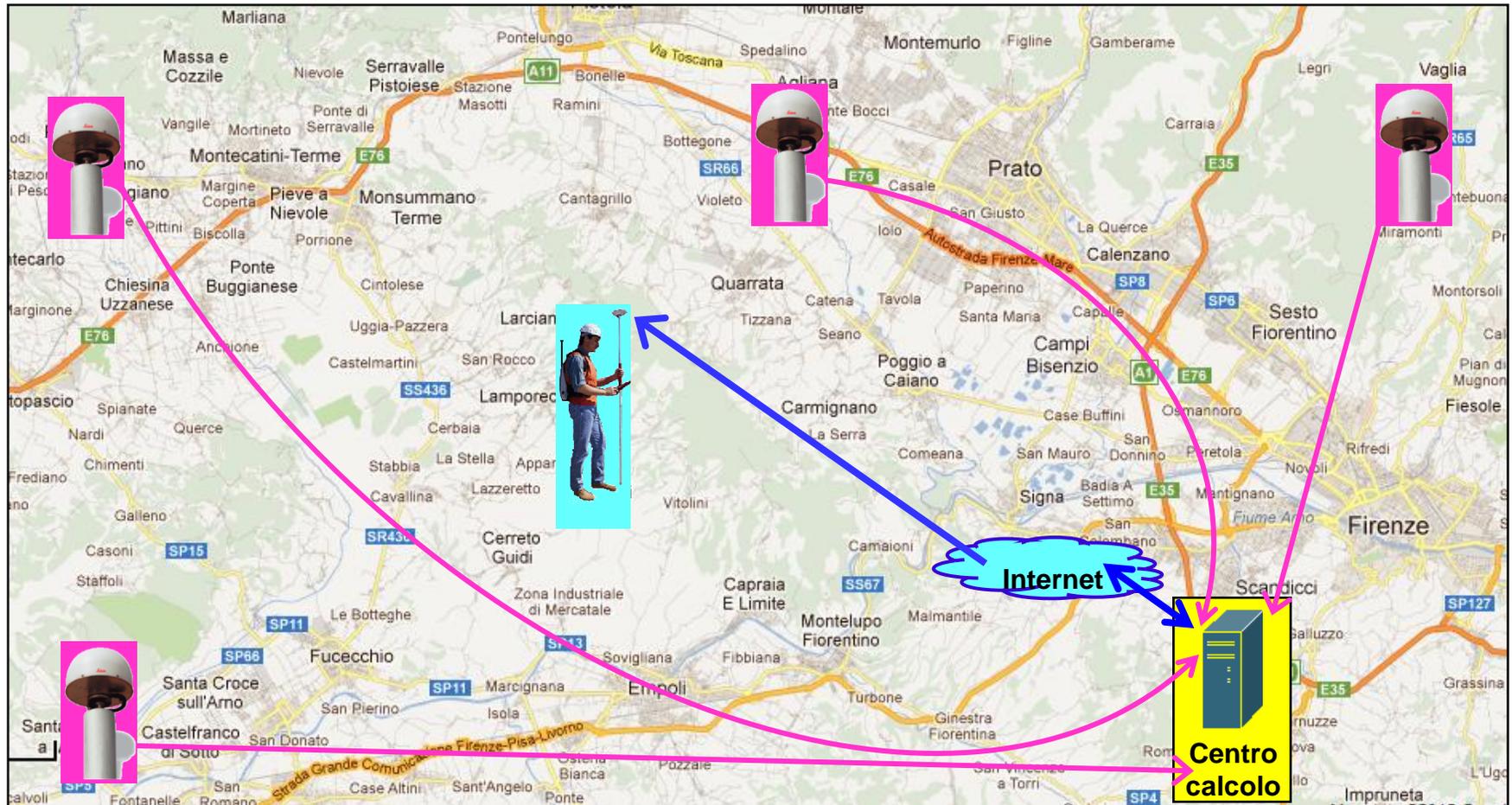
**Stazione permanente
GPS (GNSS)**





Evoluzione delle tecniche di rilievo

Metodologia RTK (Real Time Kinematic): particolare efficacia con un Servizio di Posizionamento in Tempo Reale NRTK





Reti di stazioni permanenti

Regioni:

Veneto

Toscana

Piemonte

Puglia

Ottimizzato per Microsoft Internet Explorer 7.0+ con la risoluzione di 1024 x 768

Vista Siti **puglia.con** conoscenza condivisa per il governo del territorio

Unione Europea FESR Ministero per l'Innovazione e le Tecnologie Piano Nazionale di e-Government Regione Puglia POR 2000-2006

Solo visu

SpiderWeb

Pagina iniziale

- ↓ Rete Inquadrata il 23-11-2007
- ↓ Scheda Informativa sul Servizio
- ↓ Vista Siti
- ↓ Registrazione
- ↓ Cartografia e Reti Geodetiche
- ↓ F.A.Q. (Domande Frequenti)
- ↓ Indicatori di Qualità Dati GPS
- ↓ Invia una mail al Centro Tecnico
- ↓ Puglia.con al Forum P.A.

Accesso

Id Utente:*

Password:*

Ricordamelo

*Campo richiesto

Benvenuto nella rete GNSS di riferimento della Regione Puglia



POR 2000/2006 MIS. 6.3 - Accordo di Programma Quadro in materia di e-government e Società dell'Informazione

Le reti satellitari GNSS (Global Navigation Satellite System) al giorno d'oggi, costituiscono la risposta più efficiente alle esigenze di posizionamento e di navigazione. I sistemi di posizionamento satellitari attuali hanno dei limiti: la potenziale rapidità nel determinare una posizione, spesso mal si coniuga con l'accuratezza del rilievo. Le Reti di stazioni permanenti GNSS, basate a terra, realizzano una costante

Fine

Internet

Come contattarci

Orario reperibilità

09.00 -> 13.00 - 14.00 -> 17.30

Telefono

(Vc)

+39 0161 226 463

Internet



Reti di stazioni permanenti

Sono inoltre presenti da alcuni anni 2 reti di stazioni permanenti che trasmettono la correzione in tempo reale a livello nazionale:

ItalPos

GeoNet

ItalPos
Italian Positioning Service

Mapa dei Siti

topografia, fotogrammetria, stazione totale, laser per edilizia - Mozilla Firefox

http://www.geotop.it/stazioni_permanenti.html

GEO TOP Positioning Instruments **onLine** **ELENCO STAZIONI PERMANENTI GNSS** **TOPCC**

Mapa Satellite Ibrida Terreno

LUOGO	INOME	TIPO	INFO
Aci catena (CT)	SCAC	GPS	Info
Aci S. Antonio (CT)	ACSA	GPS	Info
Adrano (CT)	ADRA	GPS	Info
Agrigento (AG)	AGRQ	GPS	Info
Alcamo (TP)	ALCA	GPS	Info
Alghero (SS)	ALGH	GPS	Info
Alife (CE)	ALIF	GPS	Info
Amelia (TR)	AMEL	GPS	Info
Ancona (AN)	ANCN	GPS	Info
Ancona (AN)	ANTR	GPS	Info
Ancona (AN)	PORT	GPS	Info
Ancona (AN)	GEOT	GPS	Info
Aosta (AO)	AOST	GPS	Info
Aritzo (NU)	ARIT	GPS	Info
Arzachena (OT)	ARZA	GPS	Info
Ascoli Piceno (AP)	CSGP	GPS	Info
Avellino (AV)	AVEL	GPS	Info
Avetrana (TA)	AVET	GPS	Info
Bajardo (IM)	BAJA	GPS	Info
Barcellona Pozzo di Gotto (ME)	BARC	GPS	Info

Legenda

- GPS
- GPS GLONASS
- GPS GLONASS GALILEO



Reti NRTK

- Il metodo NRTK è di gran lunga il più produttivo ed economico e perciò molto richiesto dal mondo professionale
- Per essere così performante il metodo NRTK sfrutta al massimo le potenzialità del GNSS, e richiede di conoscere la posizione delle stazioni permanenti con precisione molto elevata: non inferiore a 3÷4 cm
- La precisione dell'IGM95, che materializzava il Riferimento ETRF89, non riusciva a garantire la precisione necessaria
- L'IGM, consapevole dell'importanza di dotare la Nazione di un riferimento geodetico in linea con i tempi ed adeguato alle moderne tecnologie, ha adottato un nuovo sistema di riferimento

ETRF2000 (2008.0)

- Per materializzarlo è stato necessario realizzare una nuova rete geodetica caratterizzata dall'alta precisione necessaria

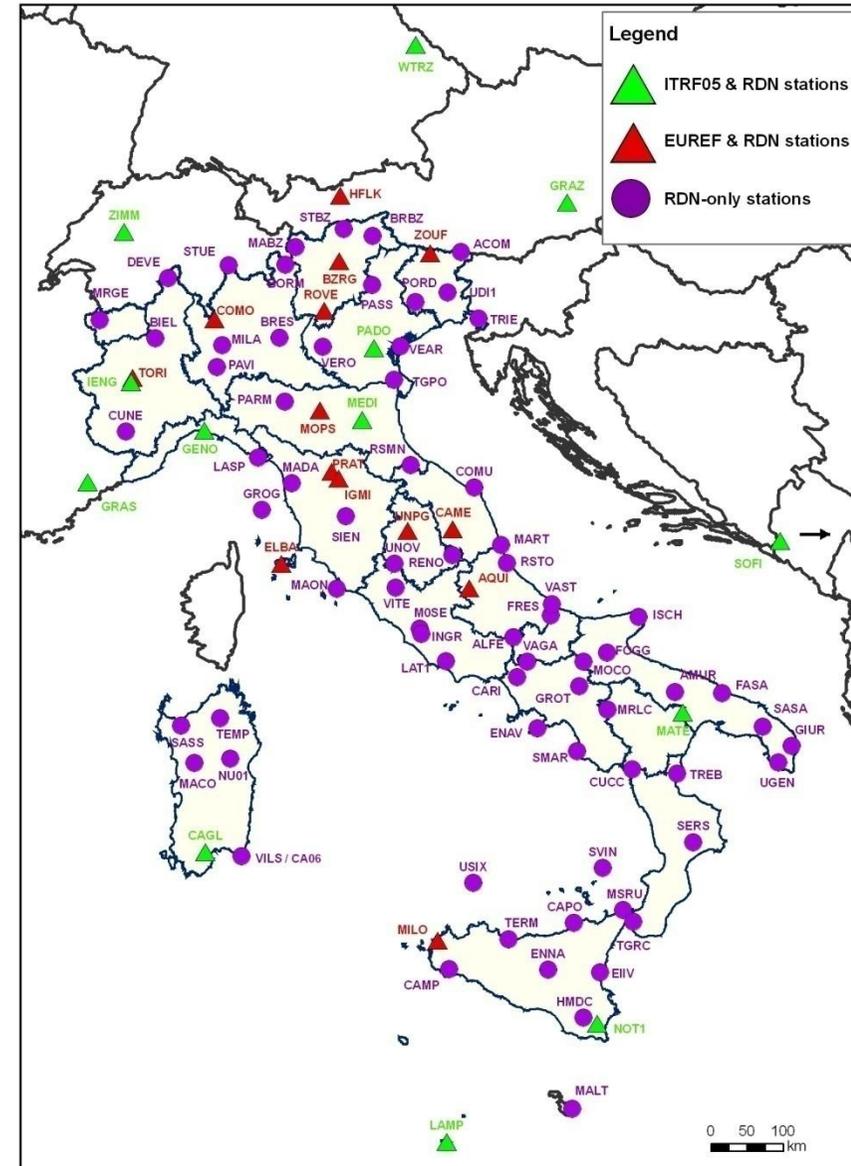
Rete Dinamica Nazionale (RDN)

Il Sistema è in vigore dal: 01-01-2009, ed è definito per mezzo di una rete di stazioni permanenti GNSS diffuse su tutto il territorio nazionale:



Rete Dinamica Nazionale

- Rete composta da 99 stazioni omogeneamente distribuite
- Interdistanza media circa 100÷150 km
- Quasi tutte stazioni appartenenti ad Enti Pubblici
- Incluse le stazioni appartenenti all'ITRS, all'IGS e all'EUREF



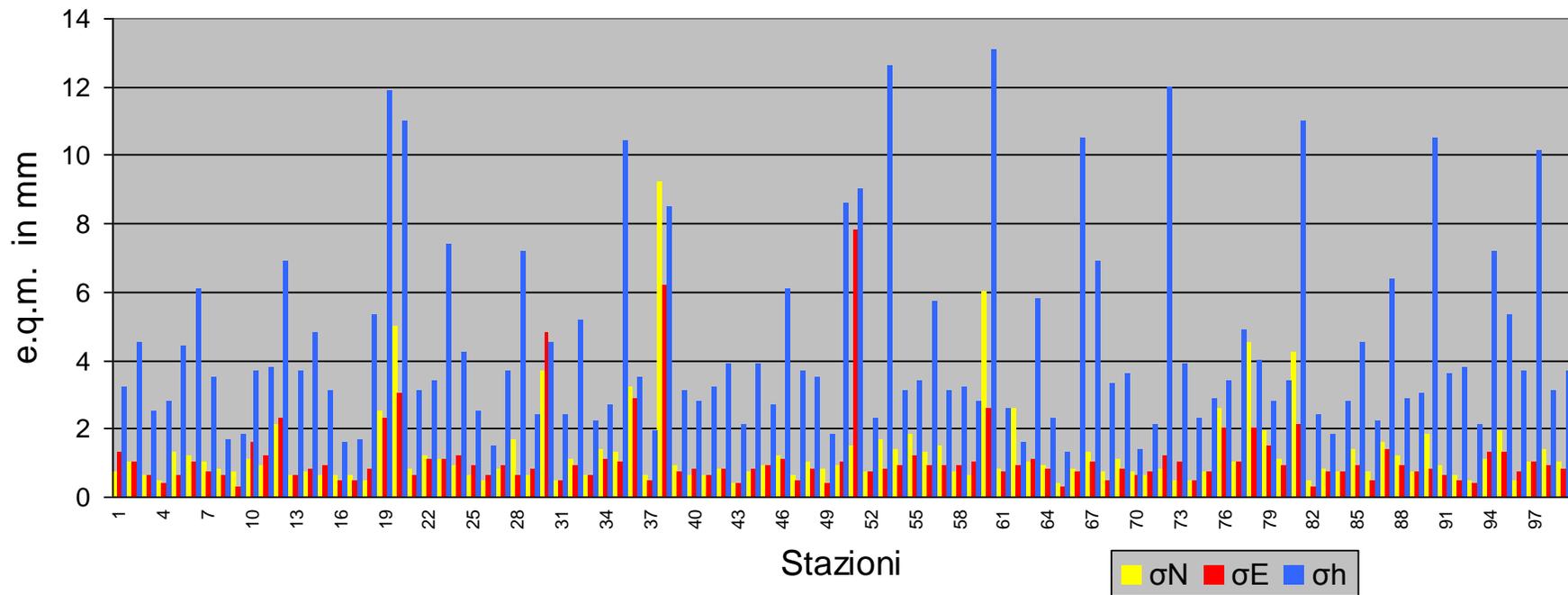


Rete Dinamica Nazionale

Calcolo eseguito in ITRF2005(2000) trasportato al 2008.0

Passaggio in ETRF2000(2008.0) con i parametri di rototraslazione ufficiali forniti da EUREF

**Gli errori calcolati come ripetibilità: < di 1 cm planim.;
< di 1.5 cm in h**





Rete Dinamica Nazionale

Le precisioni raggiunte hanno consentito di chiedere il riconoscimento ufficiale dell'EUREF, che è stato ottenuto durante il Symposio 2009, l'RDN è stata quindi integrata nell'ETRS89 come raffittimento di Class B



EUREF 2009, Florence, 27-30 May 2009

Resolution 1

The IAG Reference Frame Sub-commission for Europe (EUREF)
recognising that

from December 2007 to January 2008 the Italian Rete Dinamica Nazionale (RDN) was observed and all the results were submitted to the EUREF Technical Working Group, where they were accepted as Class B standard

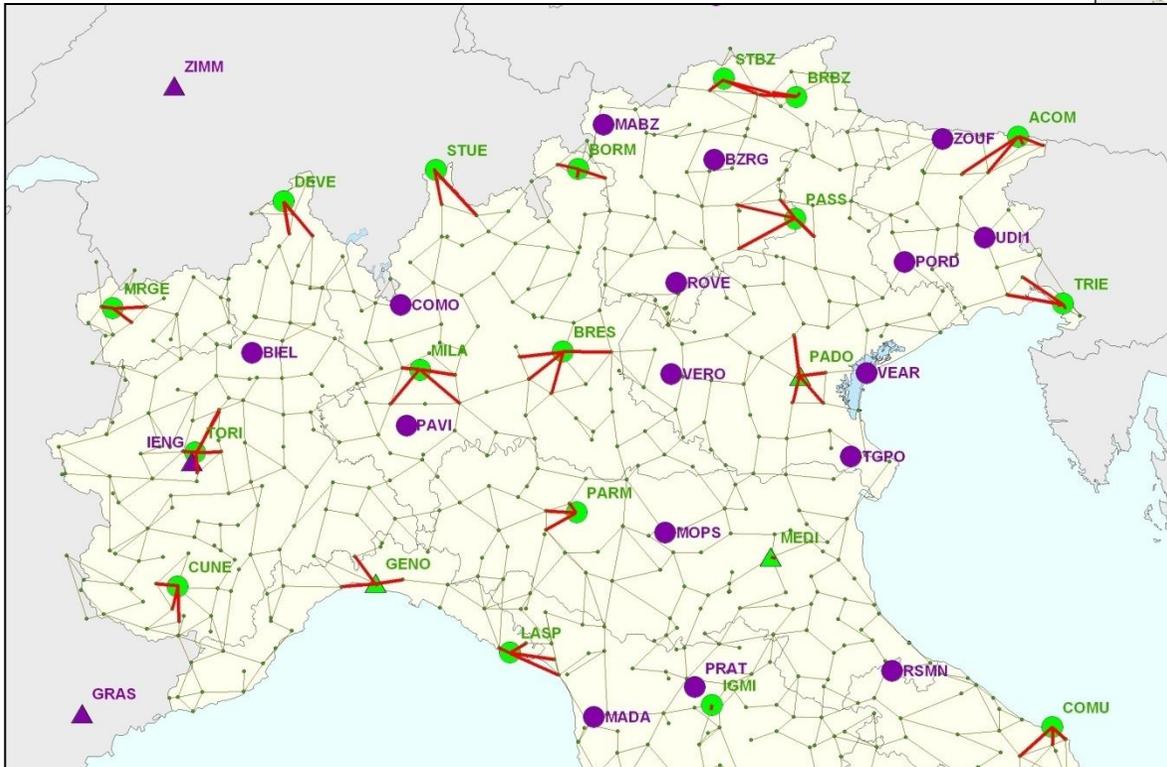
endorses the set of points for Italy submitted to the Technical Working Group as an improvement and extension of ETRS89.



Ricalcolo della rete IGM95

L'intera rete IGM95 è stata ricalcolata nel nuovo riferimento (4517 punti)

Allo scopo erano già stati realizzati, nel 2008, 45 robusti collegamenti fra altrettanti punti RDN e punti IGM95 d'impianto



E' stato poi effettuato in caduta il ricalcolo di tutte le integrazioni dell'IGM95 successive al 1996 (anche le reti regionali inglobate)



Ricalcolo della rete IGM95

Le vecchie monografie IGM95 in ETRF89 possono essere aggiornate gratuitamente sul sito IGM: www.igmi.org

Servizio Geodetico – Aggiornamento delle coordinate IGM95 ...

Aggiornamento delle coordinate della Rete IGM95 al frame ETRF2000

Per aggiornare le coordinate dei punti IGM95 dalla realizzazione ETRF89 alla nuova realizzazione ETRF2000, è sufficiente inserire il codice del punto nella maschera sottostante e premere il pulsante "Invio". Verranno restituite 5 quantità ($\Delta\phi$, $\Delta\lambda$ e Δh ; ΔN e ΔE) da sommare algebricamente ai valori di latitudine, longitudine, quota ellissoidica e coordinate piane UTM (Nord ed Est) della scheda monografica del punto in ETRF89. I valori forniti per il punto principale (CT-GPS) sono validi anche per gli eventuali punti associati.

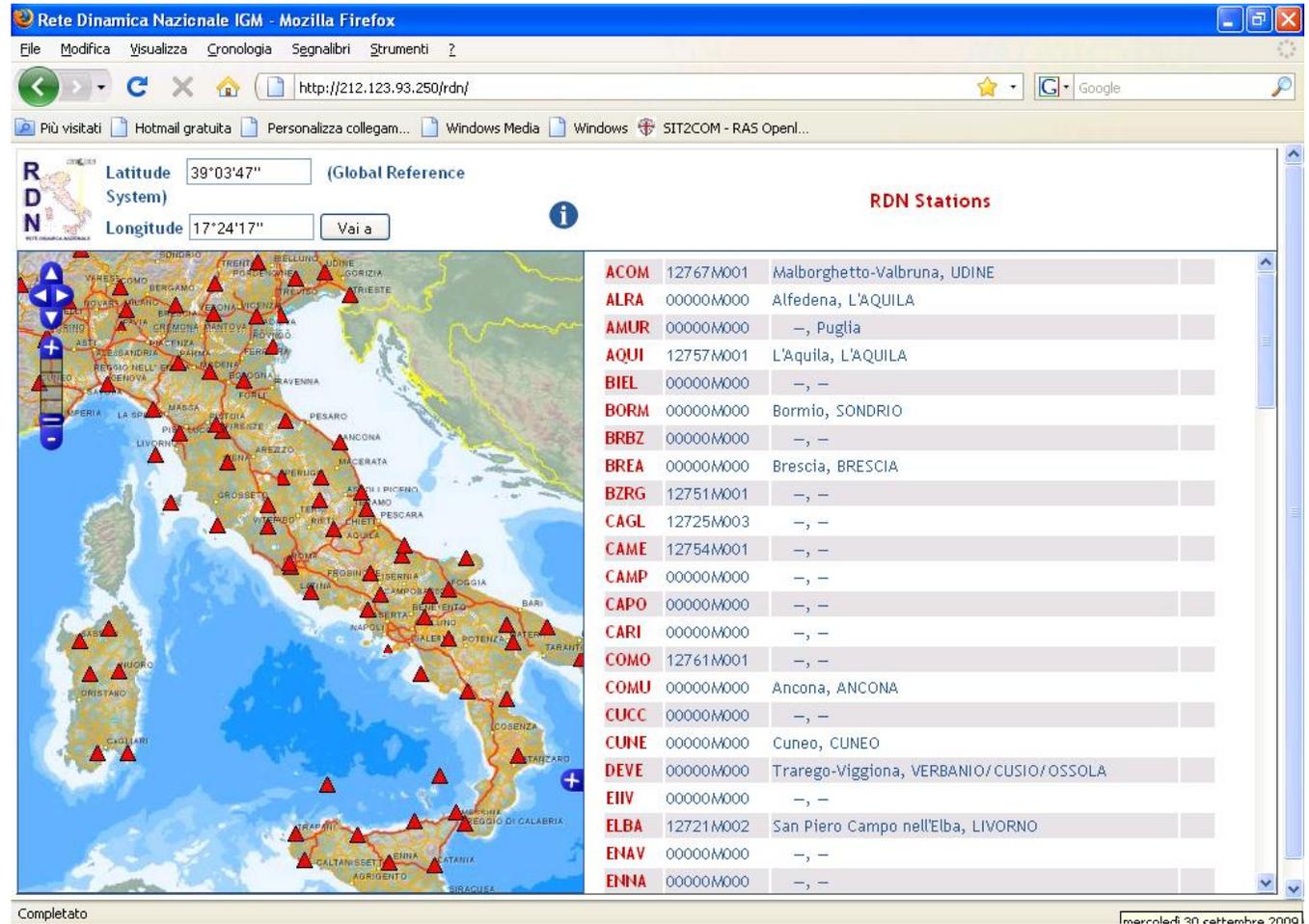
Il codice inserito non è esistente

Codice Punto:

$\Delta\phi$ sec	$\Delta\lambda$ sec	Δh m	ΔN m	ΔE m
0.0032	-0.0018	-0.130	0.098	-0.045

Rete Dinamica Nazionale

Sul sito IGM è presente una apposita sezione dedicata alla RDN che contiene le descrizioni di tutte le stazioni



Latitude: 39°03'47" (Global Reference System)
Longitude: 17°24'17"

RDN Stations

ACOM	12767M001	Malborghetto-Valbruna, UDINE
ALRA	00000M000	Alfedena, L'AQUILA
AMUR	00000M000	-, Puglia
AQUI	12757M001	L'Aquila, L'AQUILA
BIEL	00000M000	-, -
BORM	00000M000	Bormio, SONDRIO
BRBZ	00000M000	-, -
BREA	00000M000	Brescia, BRESCIA
BZRG	12751M001	-, -
CAGL	12725M003	-, -
CAME	12754M001	-, -
CAMP	00000M000	-, -
CAPO	00000M000	-, -
CARI	00000M000	-, -
COMO	12761M001	-, -
COMU	00000M000	Ancona, ANCONA
CUCC	00000M000	-, -
CUNE	00000M000	Cuneo, CUNEO
DEVE	00000M000	Trarego-Viggiona, VERBANIO/CUSIO/OSSOLA
EIIV	00000M000	-, -
ELBA	12721M002	San Piero Campo nell'Elba, LIVORNO
ENAV	00000M000	-, -
ENNA	00000M000	-, -

Completato mercoledì 30 settembre 2009

Il sito è connesso al DB che conserva i dati e sarà possibile lo scarico delle osservazioni a 30" secondi in formato RINEX



Ufficializzazione dell'ETRF2000

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI

DECRETO 10 novembre 2011

Adozione del Sistema di riferimento geodetico nazionale

(Gazzetta Ufficiale n. 48 del 27/02/2012 - Supplemento ordinario n. 37)

IL MINISTRO PER LA PUBBLICA AMMINISTRAZIONE E L'INNOVAZIONE

di concerto con

IL MINISTRO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

Decreta:

Art. 1

omissis

Art. 2

Sistema di Riferimento Geodetico Nazionale

A decorrere dalla data di pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana del presente decreto, **il Sistema di riferimento geodetico nazionale adottato dalle amministrazioni italiane e' costituito dalla realizzazione ETRF2000 - all'epoca 2008.0 - del Sistema di riferimento geodetico europeo ETRS89, ottenuta nell'anno 2009 dall'Istituto Geografico Militare, mediante l'individuazione delle stazioni permanenti, l'acquisizione dei dati ed il calcolo della Rete Dinamica Nazionale.**



Ufficializzazione dell'ETRF2000

Art. 3

Formazione di nuovi dati

A decorrere dalla data di pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana del presente decreto, **le amministrazioni utilizzano il Sistema di riferimento geodetico nazionale per georeferenziare le proprie stazioni permanenti, nonché per i risultati di nuovi rilievi, le nuove realizzazioni cartografiche, i nuovi prodotti derivati da immagini fotografiche aeree e satellitari, le banche dati geografiche e per qualsiasi nuovo documento o dato da georeferenziare.**

Art. 4

Conversione dei dati pregressi

1. **Le amministrazioni rendono disponibili** secondo le regole del Sistema di cui all'art. 2, **mediante procedimento di conversione, i dati pregressi espressi** secondo regole afferenti ad **altri Sistemi di riferimento**, sulla base di una specifica pianificazione documentata nel Repertorio di cui all'art. 59, comma 3, del CAD e del relativo provvedimento di attuazione.
2. **La conversione dei dati territoriali**, precedentemente prodotti, ed **espressi nei Sistemi di riferimento geodetico ROMA40, ED50 e ETRF89 e' effettuata utilizzando i dati e le procedure messi gratuitamente a disposizione delle amministrazioni dall'Istituto Geografico Militare** e, previa convenzione ai sensi del CAD, anche utilizzabili presso il Geoportale nazionale.



Aggiornamento della RDN

- **Scopo fondamentale della RDN è il mantenimento sul territorio nazionale di un riferimento di precisione (eqm < 1 cm in planimetria, < 1.5 cm in quota), tale da supportare anche le tecnologie più esigenti (ad es. l'NRTK)**
- **Per mantenere nel tempo tali prestazioni è necessario procedere su due fronti:**
 - 1 monitorare lo stato di efficienza delle singole stazioni, evidenziando quelle inattive o mal funzionanti per procedere alla loro sostituzione**
 - 2 effettuare ricalcoli periodici che consentano la stima delle velocità dei siti, al fine di verificare l'eventuale presenza di movimenti locali o regionali (movimenti "intraplacca")**

La presenza di velocità residue, di entità sensibile rispetto alla velocità della placca (>3÷4 mm/anno), segnalerebbe infatti la necessità di aggiornare le posizione dei vertici al fine di mantenere la geometria della rete

L'Italia è notoriamente in zona non rigidamente solidale alla placca continentale



1: Efficienza delle stazioni

N.	Identific.	Stato operativo
12	CAME	inattiva
14	CAPO	inattiva
17	COMU	inattiva
19	CUNE	inattiva
24	ENNA	inattiva
34	HFLK	inattiva
53	MILO	inattiva
75	SMAR	inattiva
82	TGPO	inattiva
94	VEAR	inattiva
95	VITE	inattiva
84	TORI	attiva
100	PALE	attiva

Calcolo velocità
Non calcolata
Non calcolata
Non calcolata
Non calcolata
Calcolata
Non calcolata
Calcolata
Non calcolata
Non calcolata
Calcolata
Non calcolata
Non calcolata
Calcolata

Calcolo velocità:

VEAR, MILO e ENNA pur essendo inattive, hanno avuto un arco temporale sufficiente per il calcolo delle velocità

Peraltro le tre stazioni sono poste in luoghi con una geodinamica interessante:

VEAR nel territorio lagunare veneto

MILO ed ENNA in Sicilia

	Stazioni	Attive
Totali	100	89

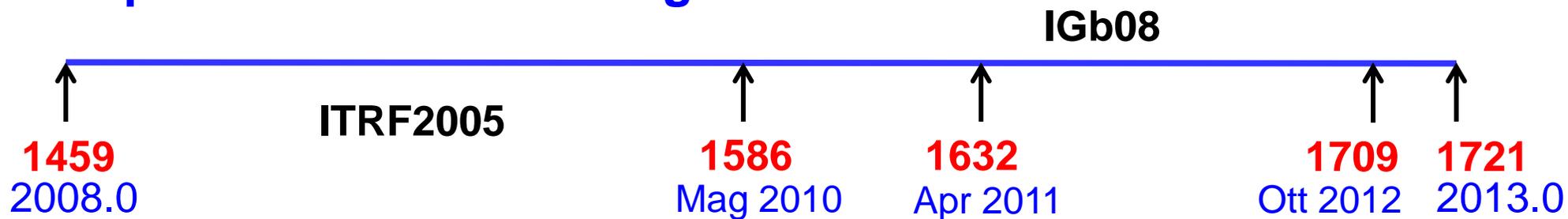
Calcolate
92



2: Calcolo delle velocità

2a Confrontare soluzioni per un tempo sufficientemente lungo

2b Disporre di soluzioni omogenee



Il 31 maggio 2010 (**set.1586**) IERS ha pubblicato l'ITRF2008

Il 17 aprile 2011 (**set.1632**) l'IGS ha adottato per i suoi prodotti l'IGS08, basato sulla soluzione ITRF2008, ed ha aggiornato i valori delle calibrazioni delle antenne (satellitari e ricevitori) con il file IGS08.atx

In data 7 ottobre 2012 (**set. 1709**) IERS ha aggiornato nuovamente la rete IGS al nuovo frame IGb08

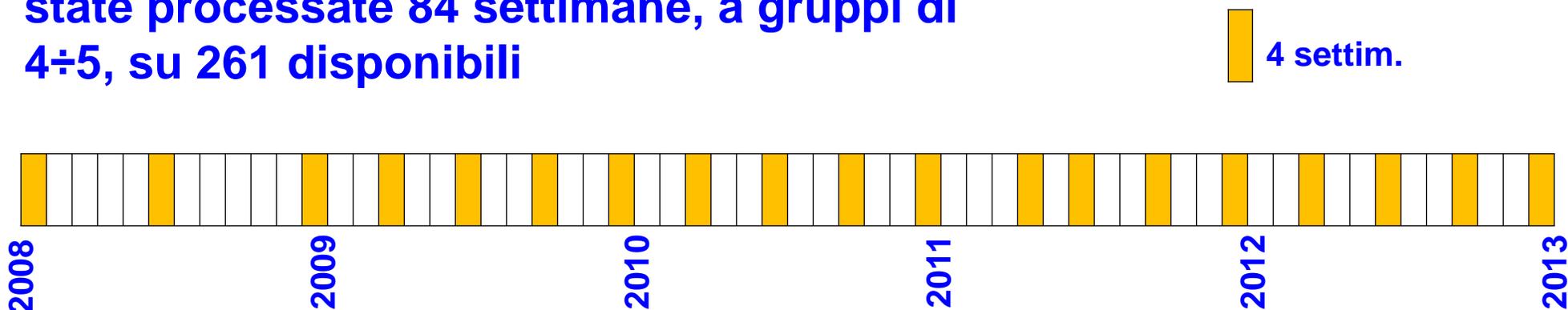
L'introduzione del nuovo frame ha portato uno scalino non indifferente nelle serie temporali, per evitare il quale sarebbe opportuno, anche se oneroso, riprocessare tutto in IGb08



Calcolo delle velocità

Per ottenere calcoli omogenei su un arco temporale il più possibile ampio ed omogeneo si è deciso quindi di riprocessare tutto il periodo (2008 – 2012: 5 anni) in IGb08/IGS08.atx

Per ridurre l'onere del ricalcolo sono state processate 84 settimane, a gruppi di 4÷5, su 261 disponibili



Analizzate statisticamente le serie temporali delle 92 stazioni mediante regressione lineare robusta che minimizza i valori assoluti degli scarti, in modo da individuare e togliere gli **outlier** (soluzioni che scartano di oltre 20 mm in una delle tre direzioni)

Sono stati così individuati anche gli **offset** dovuti in gran parte a cambiamenti di hardware, o ad eventi particolari; qualche esempio:

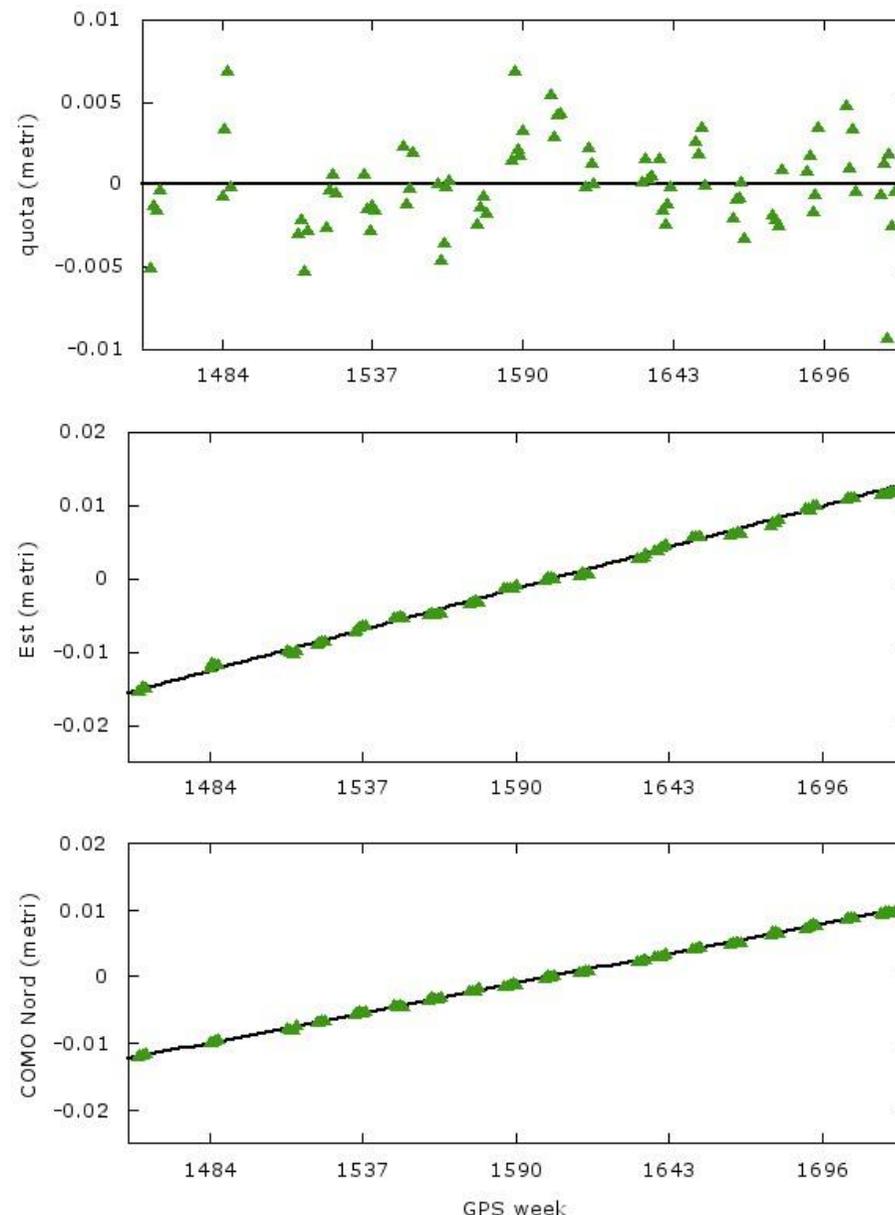


Analisi delle soluzioni

Stazione COMO

Esempio di stazione con serie temporale netta:

Est e Nord sono praticamente perfette; solo la Quota risulta oscillante con una certa periodicità, variazioni comunque contenute in 1 cm





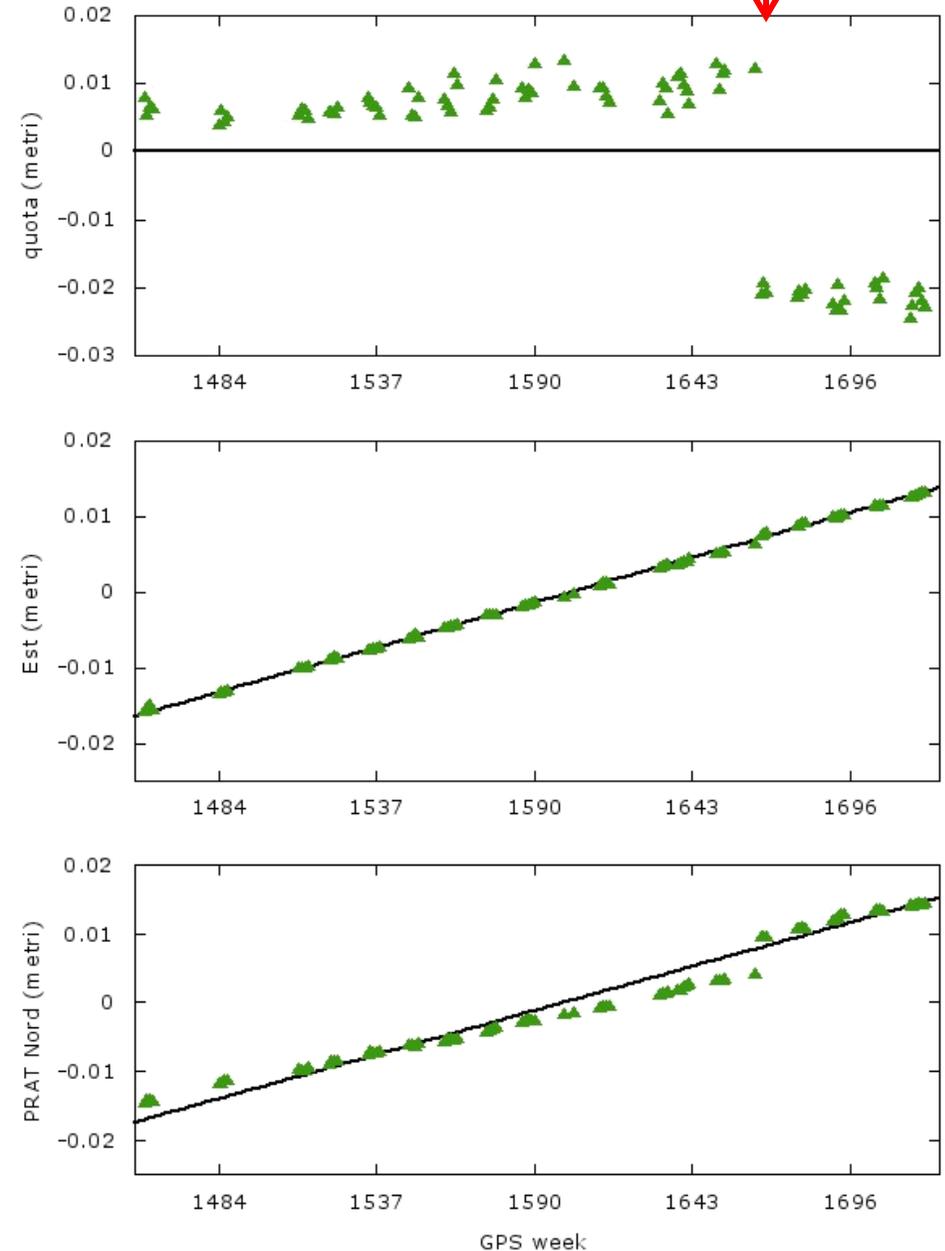
Analisi delle soluzioni

set. 1665

Stazione PRAT

Cambio antenna alla settimana GPS 1665

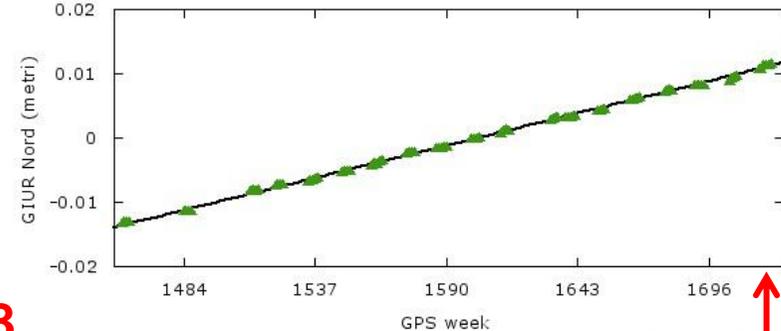
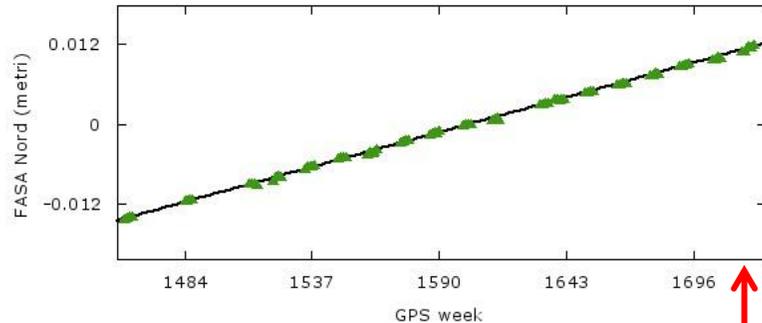
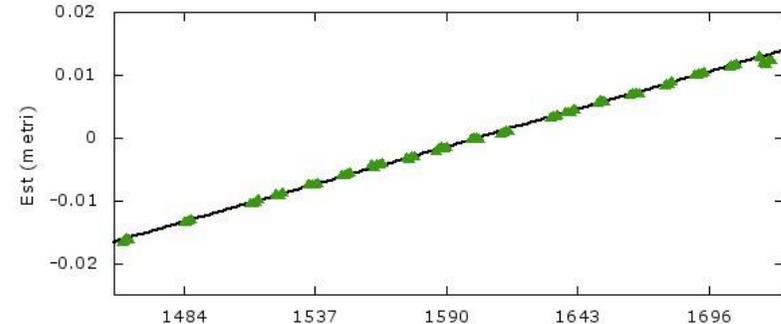
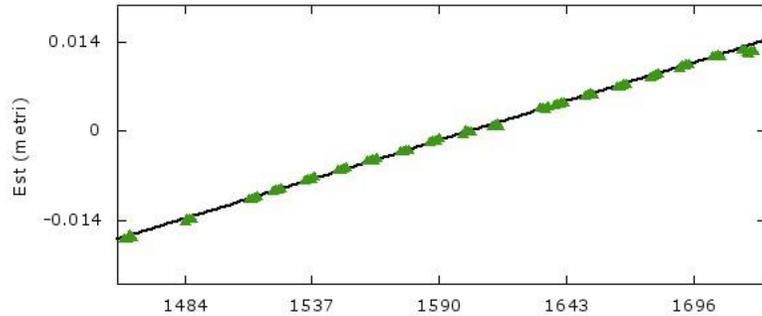
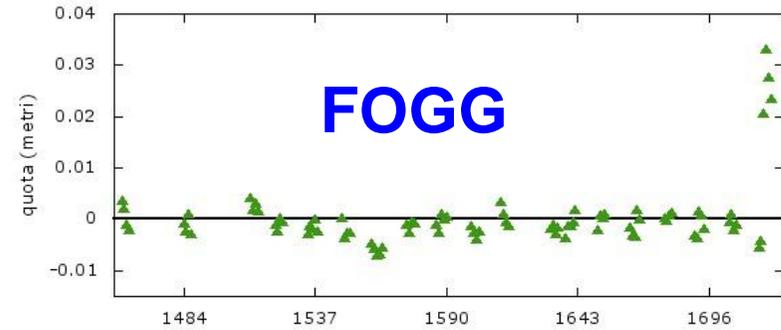
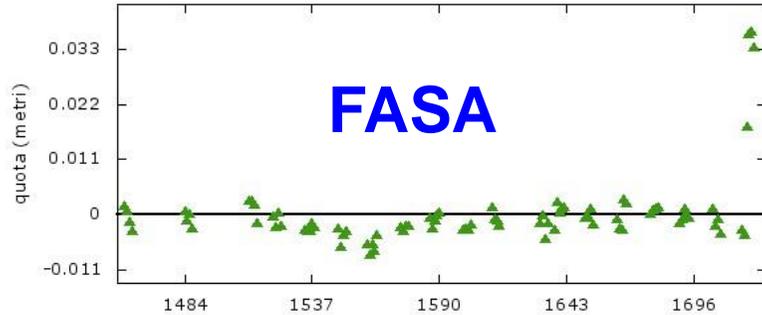
Considerato solo il primo periodo





Analisi delle soluzioni

Tutte le stazioni della Regione Puglia incluse nella RDN (FASA, FOGG, ISCH, SASA, UGEN) hanno cambiato antenna set. 1718



↑ set. 1718

↑ set. 1718



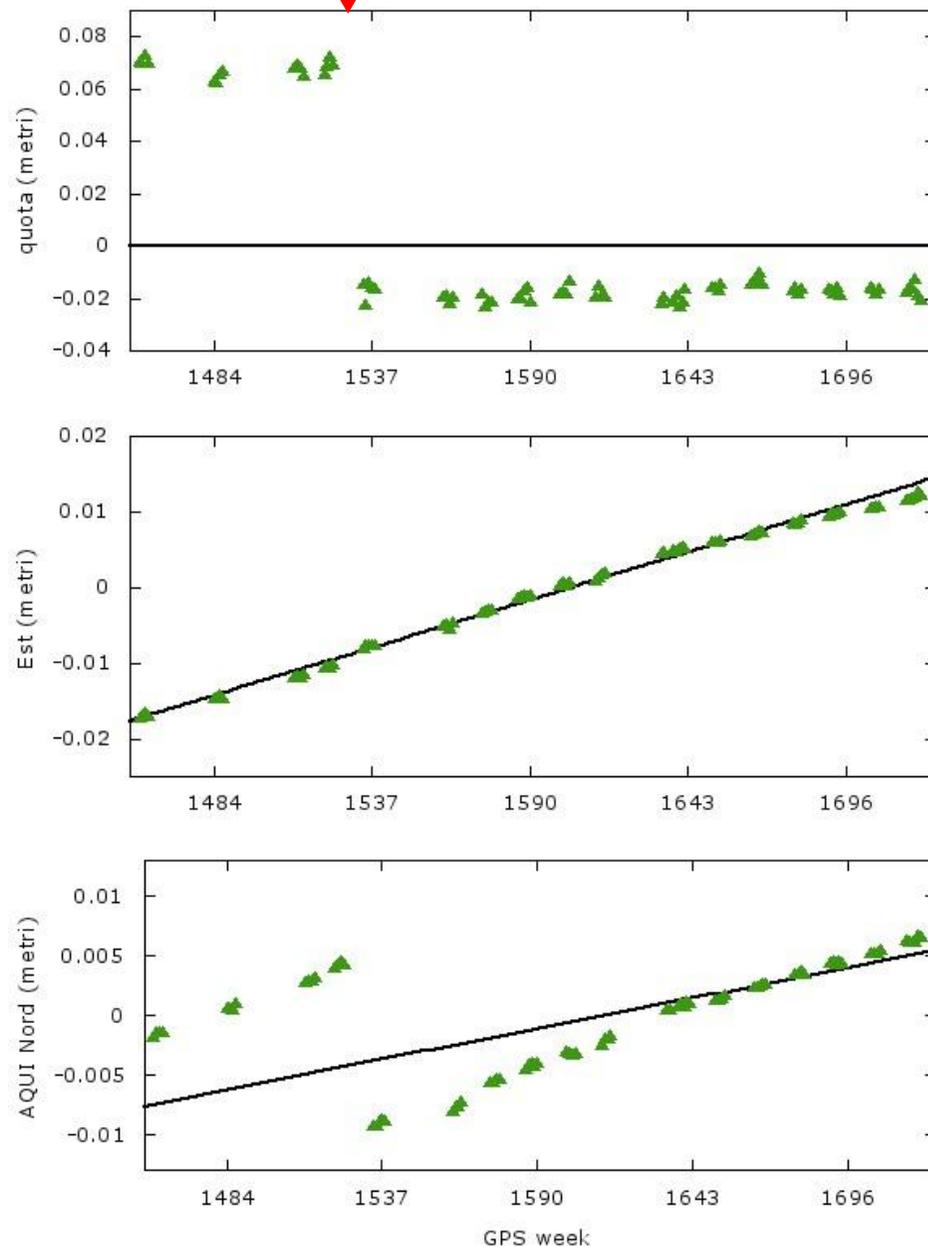
Analisi delle soluzioni

Stazione AQUI

Sisma del 6 aprile 2009,
settimana GPS 1526

Considerato solo il
secondo periodo

set. 1526





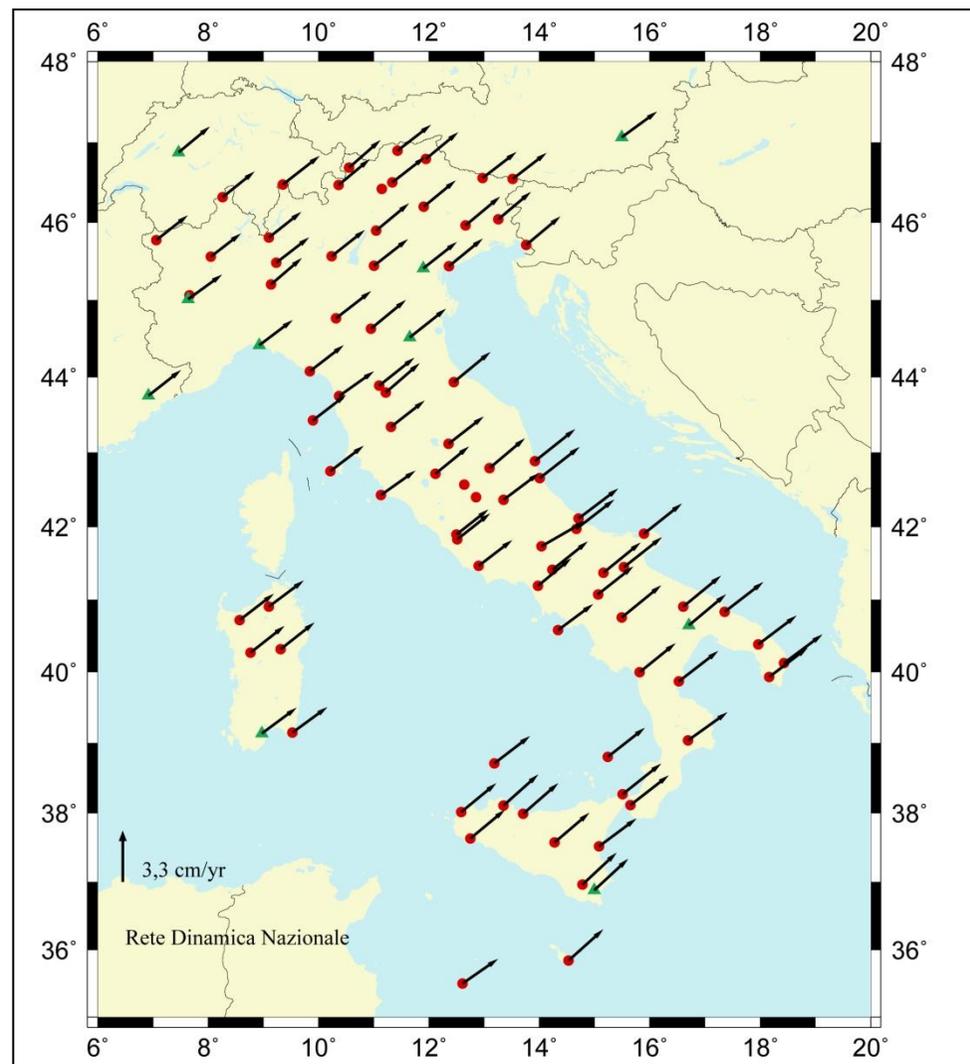
Velocità in IGb08

L'insieme dei dati così ottenuti ha consentito il calcolo delle velocità in IGb08 mediante combinazione delle soluzioni con il modulo ADDNEQ2 del software Bernese

Gli errori associati dal software alle velocità risultano molto piccole;

Risulta più realistico considerare 3 volte la SD associata alla stima delle velocità con regressione lineare: **a $3\sigma \approx 1\div 2$ mm**

**Velocità orizzontali,
media moduli orizzontali: 0.028 m**





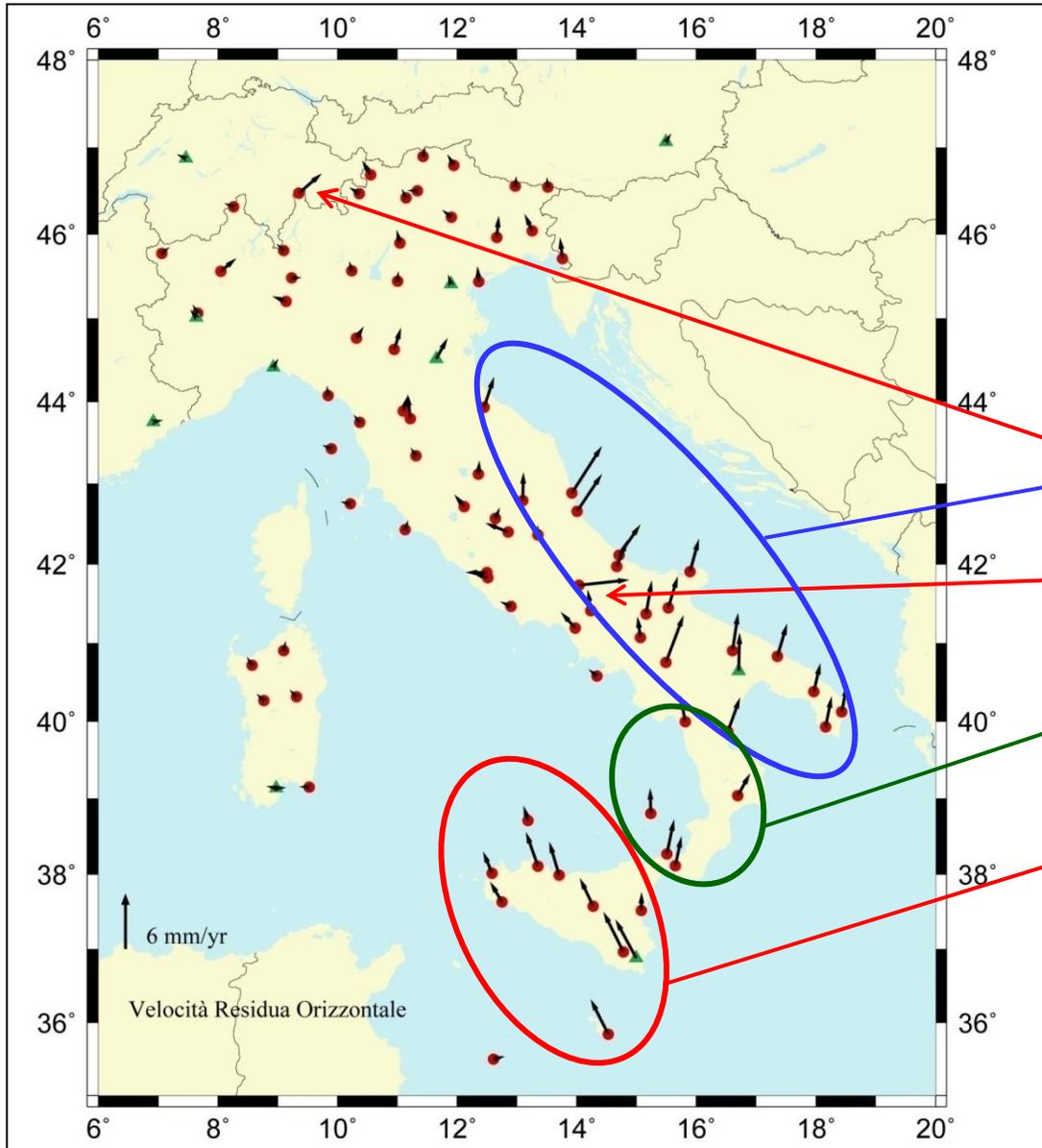
Passaggio da IGb08 a ETRF2000

Dal Memo: Altamimi Z., Boucher C., *Specifications for reference frame fixing in the analysis of EUREF GPS campaign 18-05-2011 – vers. 8.*

$$\begin{pmatrix} \dot{X}_{YY}^E \\ \dot{Y}_{YY}^E \\ \dot{Z}_{YY}^E \end{pmatrix} = (1 + D) \begin{pmatrix} \dot{X}_{YY}^I \\ \dot{Y}_{YY}^I \\ \dot{Z}_{YY}^I \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \dot{T}_1 \\ \dot{T}_2 \\ \dot{T}_3 \end{pmatrix} + \dot{D} \begin{pmatrix} X_{YY}^I \\ Y_{YY}^I \\ Z_{YY}^I \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & -\dot{R}_3 & \dot{R}_2 \\ \dot{R}_3 & 0 & -\dot{R}_1 \\ -\dot{R}_2 & \dot{R}_1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_{YY}^I \\ Y_{YY}^I \\ Z_{YY}^I \end{pmatrix}$$



Velocità in ETRF2000 **orizzontali**



↑
6 mm/a

Da non considerare movimenti che superano di poco 1 mm/a

Alcuni casi probabilmente dovuti a situazioni locali, da indagare ulteriormente e eventualmente sostituire le stazioni:

FRSTUE (materiali appesi su una colonna posta lungo un leggero pendio)

AlFE residuo verso NE da 2÷3 mm/a a punte di 6 mm/a (media 4 mm/a)

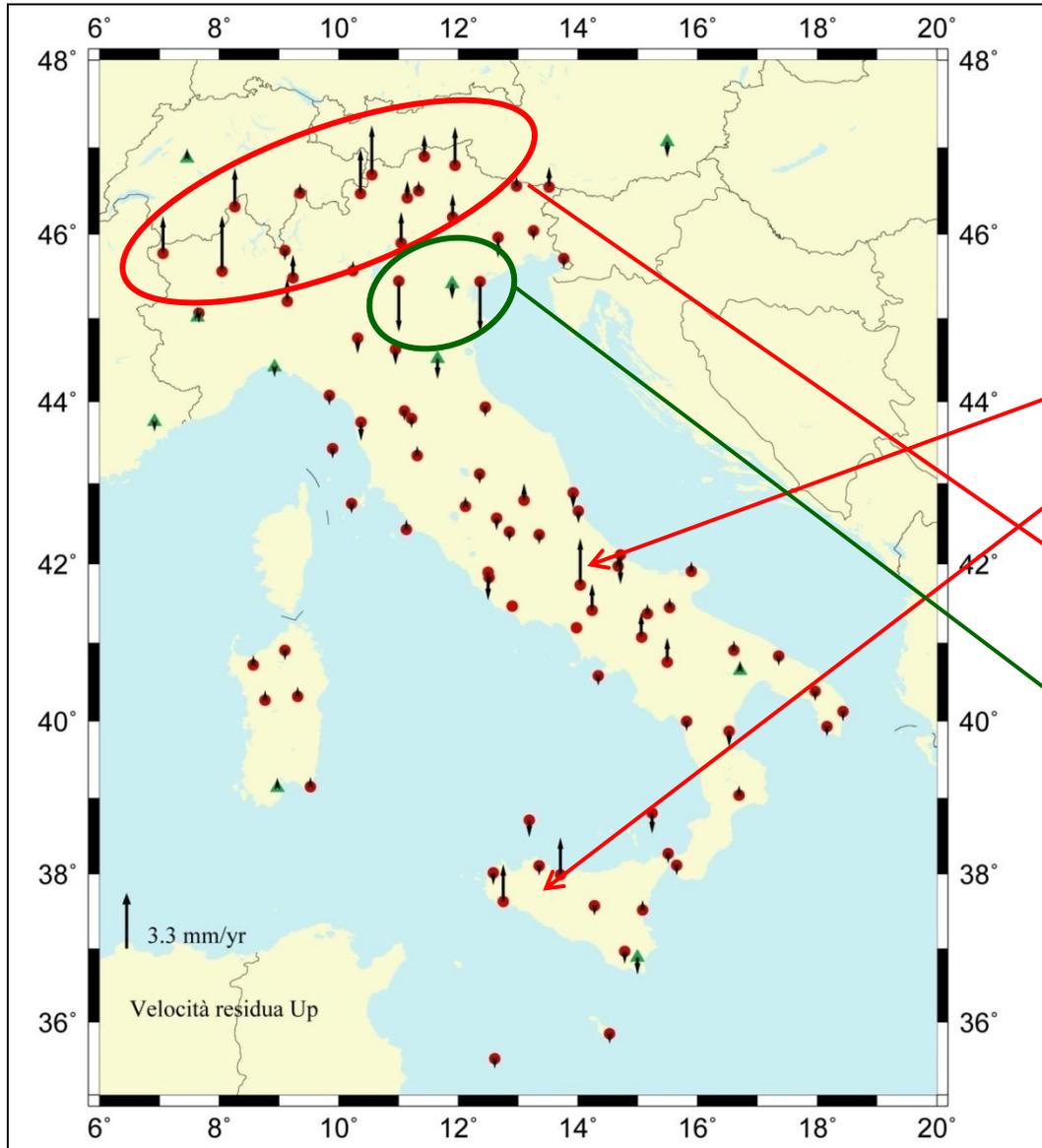
La Calabria e le Eolie: movimento residuo verso NNE di 2÷3 mm/a

La Sicilia esclusa Messina (compresa Malta): movimento residuo verso NNO da 2÷3 mm/a a punte di 5 mm/a (media 3 mm/a)

Nord, costa Tirrenica e Sardegna: stabili



Velocità in ETRF2000 verticali



↑ = 3 mm/a

Alcuni casi probabilmente dovuti a situazioni locali, da indagare ulteriormente e eventualmente sostituire le stazioni:

ALFE

TERM CAMP

Apprezzabile innalzamento della regione alpina

Subsidenza del settore centro orientale del bacino del Po

I dati sono in sostanziale accordo con le stime provenienti dalle misure di livellazione ad alta precisione degli ultimi 60 anni:

- 2 mm/a Nord-Est

- 1 mm/a Nord-Ovest



Futuro della RDN

- **L'analisi effettuata conferma la necessità di dover monitorare continuamente la rete, in un territorio come l'Italia non rigidamente connesso alla placca Europea**
- **Con soli 5 anni si riesce già ad ottenere una stima delle velocità intraplacca di ragionevole attendibilità; d'altra parte con velocità che superano i 4 mm/a non si può aspettare tempi molto più lunghi per procedere all'aggiornamento delle posizioni, pena la perdita di efficienza della rete**
- **Stiamo lavorando per preparare una versione 2 della RDN (RDN2): sostituzione delle stazioni inattive, aggiornamento delle stazioni che hanno avuto particolari problematiche**