

Le quote dei punti determinati con GPS. Variazioni locali degli scostamenti geoidici in Trentino Alto Adige.

Antonino Di Girolamo

Ufficio per il rilevamento Geodetico - Regione Autonoma Trentino Alto Adige
39100 Bolzano - Via Duca d'Aosta, 40 E-mail: ufficio.geodetico@provincia.bz.it

SOMMARIO

Da poco più di un decennio la metodologia satellitare GPS ha contribuito a migliorare l'efficienza e la precisione nei lavori geodetico-topografici. E' possibile la contemporanea determinazione della posizione planimetrica ed altimetrica dei punti sull'ellissoide di riferimento.

La posizione planimetrica ellissoidica è direttamente utilizzabile perché, ai fini pratici, coincide con quella del **geoide**¹, quella altimetrica riferita alla superficie dell'ellissoide (**WGS84**²) ha scostamenti dal geoide che, su scala mondiale, variano da tra +100 e -100 m circa; deve quindi essere corretta dello scostamento geoidico.

Si descrivono le operazioni per la stima della correzione da apportare alla quota ellissoidica dei singoli punti, rilevati con GPS, nel territorio della Regione Trentino Alto Adige.

Modello locale del geoide nelle provincie di Bolzano e Trento

La prima valutazione del modello locale del geoide, **solo con scostamenti puntuali**, è descritta nella relazione presentata alla 2^a Conferenza ASITA, Bolzano 1998 (*Atti*, I:581-586)

Gli scostamenti puntuali furono ottenuti determinando, con misure GPS, la quota ellissoidica di capisaldi di livellazione e di punti ad essi collegati con brevi livellazioni. Nelle zone prive di linee di livellazione, furono utilizzate le quote "trigonometriche" di punti I.G.M. determinati con GPS.

Interpolando, mediante kriging i detti valori puntuali su una griglia di 2 km x 2 km, fu calcolato un modello del geoide **non gravimetrico** con cui correggere la quota ellissoidica dei punti rilevati con GPS per ottenere una prima approssimazione di quella ortometrica. (figura 1)

La valutazione delle correzioni con il detto modello era poco precisa.

Recentemente è stato valutato un modello degli scostamenti più realistico, adattando localmente il geoide gravimetrico. (figura 2)

La rivalutazione è stata possibile con le informazioni dei valori puntuali degli scostamenti (quelli già noti ed ulteriori altri) conseguenti:

- al confronto della griglia di Bolzano con il geoide gravimetrico Italgeo eseguito dall'Università di Trento e dal Politecnico di Milano;
- al calcolo della quota dei punti regionali della rete GPS effettuato dall'I.G.M. con **Italgeo**;
- ai dati resi disponibili dal Servizio geologico-topografico del Land Tirol (A);
- ai dati resi disponibili dalla BBT per la produzione dei quali l'Ufficio per il rilevamento geodetico di Bolzano aveva collaborato.

Confronto con il geoide gravimetrico Italgeo

Il confronto, limitato a sud di 47°, della griglia di Bolzano con il geoide ITG99_GPM98R fu oggetto di una comunicazione da parte di Barzaghi, Borghi e Sguerso alla “4^a Conferenza ASITA, Genova 2000” (*Atti*, 153-I).

Il risultato del confronto (figure 3 e 4) evidenziò differenze notevoli nelle zone dove furono utilizzate quote determinate con livellazione trigonometrica. Le differenze più marcate nella parte marginale di sudest si riferiscono ad una zona esterna ai limiti regionali. Nella griglia di Bolzano derivava da estrapolazione.

Nella zona della Val di Fiemme e della Val di Fassa, invece, le elevate discrepanze non avevano spiegazione. Potevano essere attribuite ad errori nella valutazione puntuale dello scostamento oppure alla poca rappresentatività locale del geoide gravimetrico. La rideterminazione delle quote ellissoidiche confermò l'inesistenza di errori.

Nell'attesa di verifiche della livellazione programmate dalla Provincia Autonoma di Trento, nella zona furono eseguite determinazioni gravimetriche aggiuntive, inserite in quelle della campagna promossa dalla BBT per la ricerca di un geoide più preciso da utilizzare per i lavori della galleria di base del Brennero.

Integrazione con valori puntuali degli scostamenti di altra provenienza.

In precedenza, per sopperire alla mancanza d'informazioni sugli scostamenti a nord di 47°, la direzione del “**Gruppe für Vermessung und Geologie**” del Land Tirol aveva cortesemente reso disponibili le coordinate WGS84 e la quota ortometrica di diversi punti della propria rete. Successivamente sono stati disponibili, assieme ai dati della rete GPS di alta precisione, gli scostamenti puntuali, valutati con GPS e livellazione, per la realizzazione della galleria di base del Brennero.

Infine il modello degli scostamenti geoidici valutato, anche con i dati geodetici e gravimetrici delle campagne di misura BBT, dal Politecnico di Milano. Questo modello è riferito al sistema europeo **EULN**⁴. Nella figura 5 sono indicati i punti delle reti GPS e nella figura 6 è indicata la posizione degli scostamenti puntuali e le griglie geoidiche. I dati, complessivamente disponibili sono: di fonte italiana (**I.G.M.** e **RaTAA**), austriaca (**Land Tirol**) e mista (**BBT** nella zona trasfrontaliera). Per utilizzarli, è stato necessario renderli omogenei trasformando, per la parte ellissoidica, i **datum**⁵ d'origine nel sistema **ETRS89**⁶.

La quota ortometrica di tutti i punti era già nota nel sistema italiano di Genova. Solo per la griglia della BBT è stato necessario il passaggio al riferimento Genova da quello Amsterdam. Questo passaggio è stato ottenuto attraverso la media delle differenze tra la quota italiana dei punti noti e la corrispondente valutata con la griglia stessa.

Adattamento locale del geoide gravimetrico

Nelle zone montane prive di quote sufficientemente attendibili, gli scostamenti puntuali sono stati integrati con quelli valutati dall'I.G.M. per i punti della rete GPS regionale e con altri opportunamente estratti sia da Italgeo sia dalla griglia BBT. In particolare nella zona a nord del 47° parallelo, sono stati utilizzati valori BBT. Ove era disponibile sia la griglia Italgeo sia quella BBT-Euln, la zona è stata suddivisa in tre sottozone (figura 7). Nella parte centrale sono stati utilizzati i valori mediati, a nord quelli provenienti dalla BBT e nelle zone marginali (sud-est, sud e sud-ovest) sono stati confermati i valori Italgeo. L'entità e la localizzazione degli scarti dalla media delle due griglie, entrambe riferite al mareografo di Genova, sono evidenti nella figura 8.

Per i calcoli e la valutazione della nuova griglia è stato utilizzato il programma **Surfer 7** della Golden Software (tecnica kriging).

Con essa sono state ricalcolate le quote dei punti catastali della Regione rilevati con GPS.

Note e Links

¹ **Geoide** è una particolare superficie equipotenziale normale alla direzione locale del vettore del campo gravitazionale terrestre. Una buon'approssimazione di questa superficie è rappresentata dal livello medio del mare, cui generalmente sono riferite le quote ortometriche e le rappresentazioni cartografiche. Il geoide è descrivibile attraverso i suoi scostamenti nei confronti dell'ellissoide di riferimento, con modelli (griglie) da cui possono essere calcolate le correzioni di quota dei singoli punti.

² **WGS84** è l'ellissoide utilizzato nelle determinazioni GPS, deriva, con una modesta variazione dello schiacciamento, dal **GRS80**: adottato nel 1979 dalla "IAG" Associazione internazionale di geodesia.

Sigla	Nome	a <i>semiasse maggiore</i>	f <i>schiacciamento</i>	e^2 <i>1^a eccentricità²</i>
WGS84	World Geodetic System - 1984	6378137.00	298.25722356300	0,0066943799900
GRS80	Geodetic Reference System - 1980	6378137.00	298.25722210088	0,0066943800229

³ **BBT** è il "Gruppo Europeo di Interesse Economico" col compito di progettare il tunnel di base del Brennero.

⁴ **EULN** è l'acronimo di "United European Levelling Network", con riferimento altimetrico ad Amsterdam, utilizzato per il geoide gravimetrico realizzato dalla BBT.

⁵ **Datum** "dei dati disponibili"

AREFI è la realizzazione austriaca dell'**ITRF94**. Le quote ortometriche sono riferite al mareografo di Trieste. E' stato utilizzato per le operazioni geodetiche realizzate dalla BBT nella zona transfrontaliera interessata al progetto del tunnel. La quota ortometrica dei punti, determinati con livellazione dalla BBT, è riferita sia a Genova sia a Trieste.

IGM95 è la realizzazione italiana dell'**ETRS89**. Le quote ortometriche sono riferite al mareografo di Genova.

GRS80 <http://evrs.leipzig.ifag.de/GRS80.html>

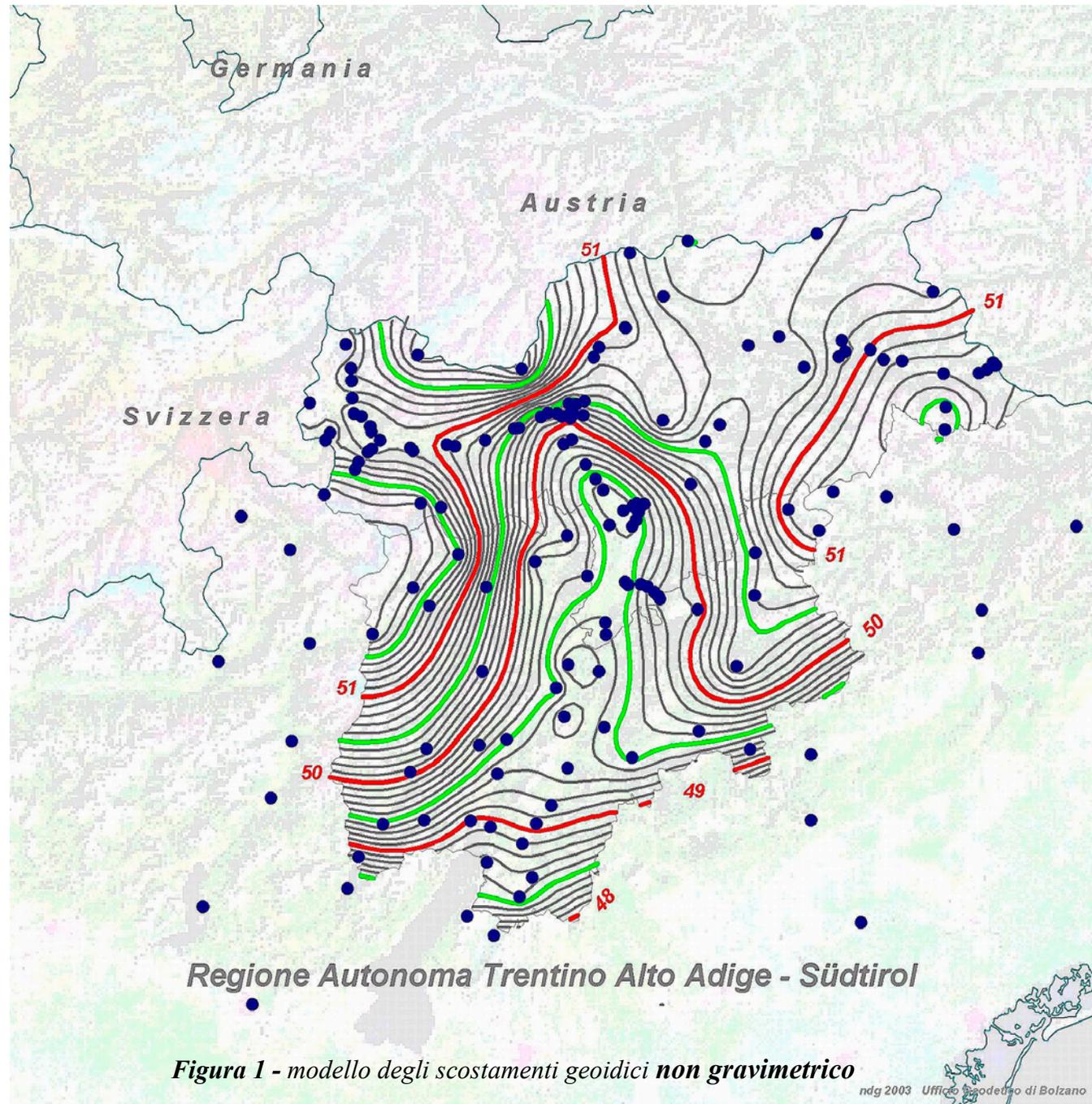
AREFI <http://www.gps-netz.at/aref.htm>

BBT Progetto <http://www.bbt-ewiv.com/italiano/progetto/progetto.htm>

BBT Geodesia <http://www.bbt-ewiv.com/italiano/progetto/geodesia.htm>

EULN <http://evrs.leipzig.ifag.de/Ueln.html>

ETRS89 <http://lareg.ensg.ign.fr/EUREF>



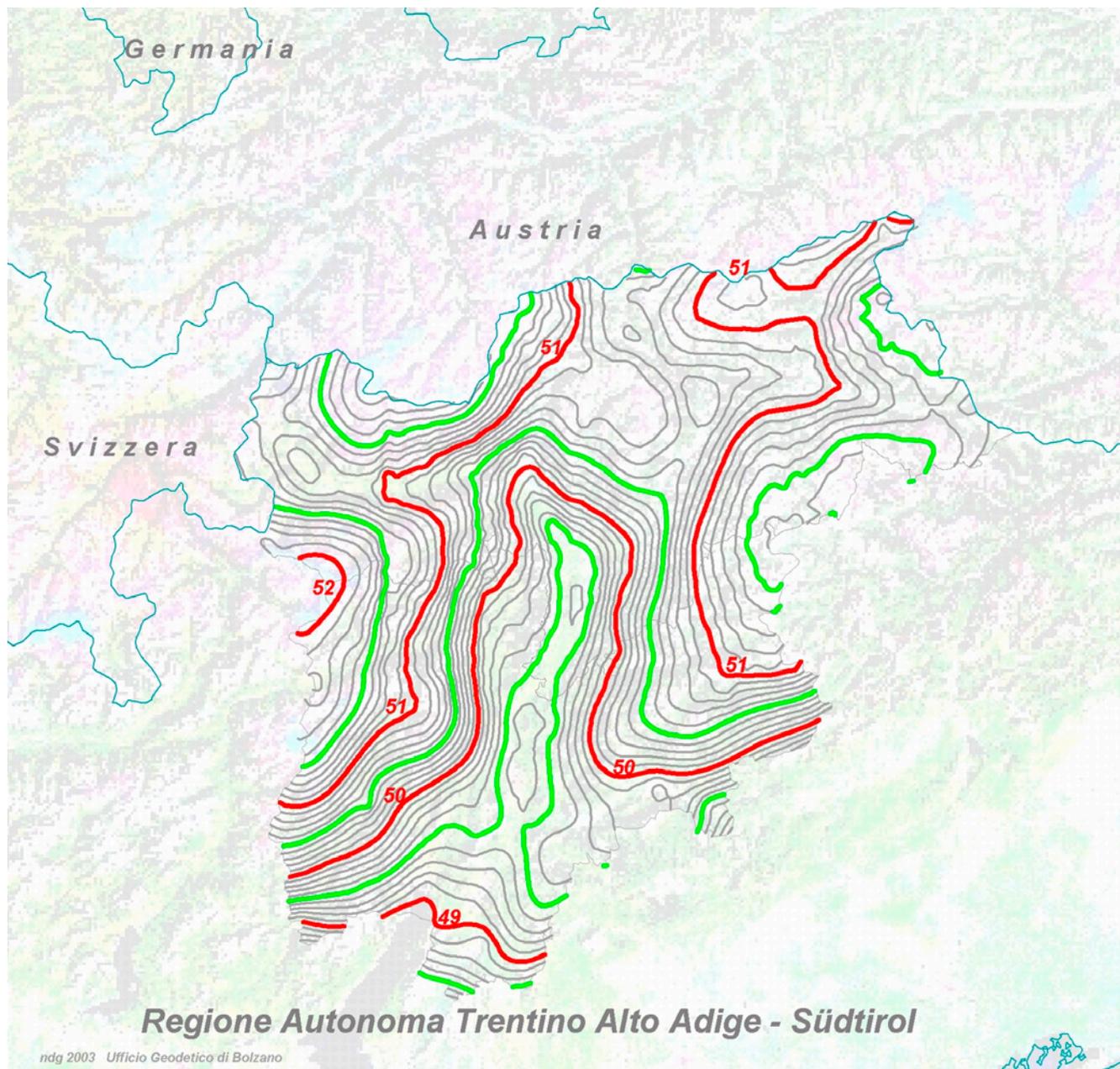


Figura 2 - rivalutazione utilizzando anche le informazioni di **Italgeo** (ITG99_GPM98R) e del modello **BBT** (in EULN).

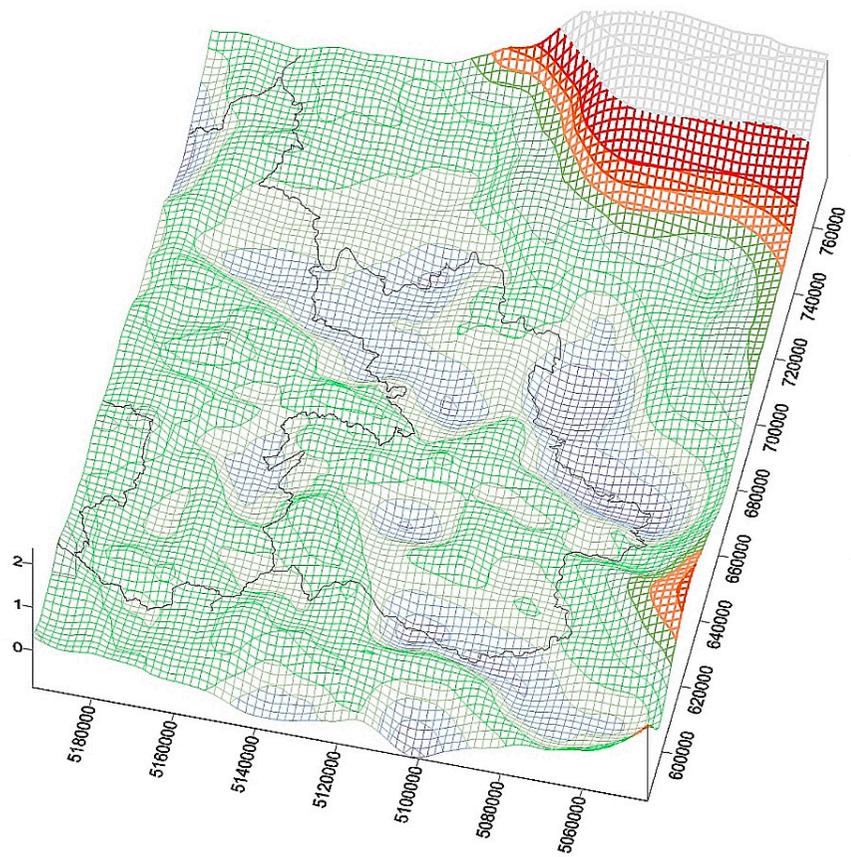


Figura 3

Differenze tra la griglia di Bolzano ed il geoido gravimetrico Italgeo

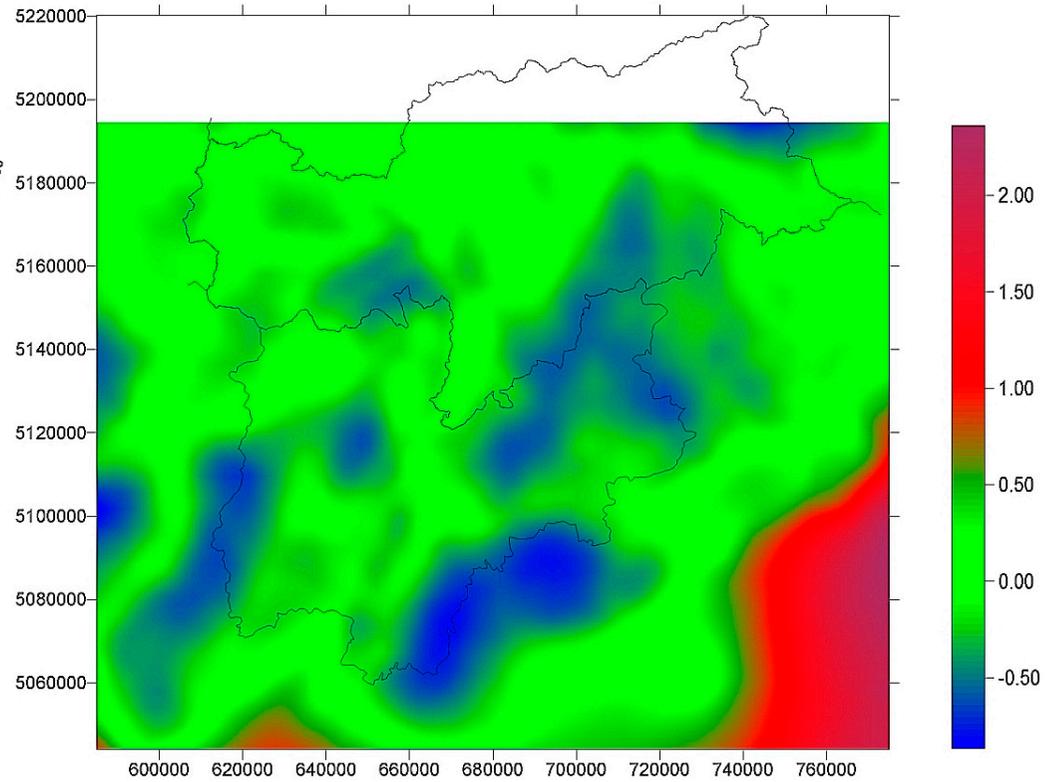


Figura 4

Punti delle reti GPS

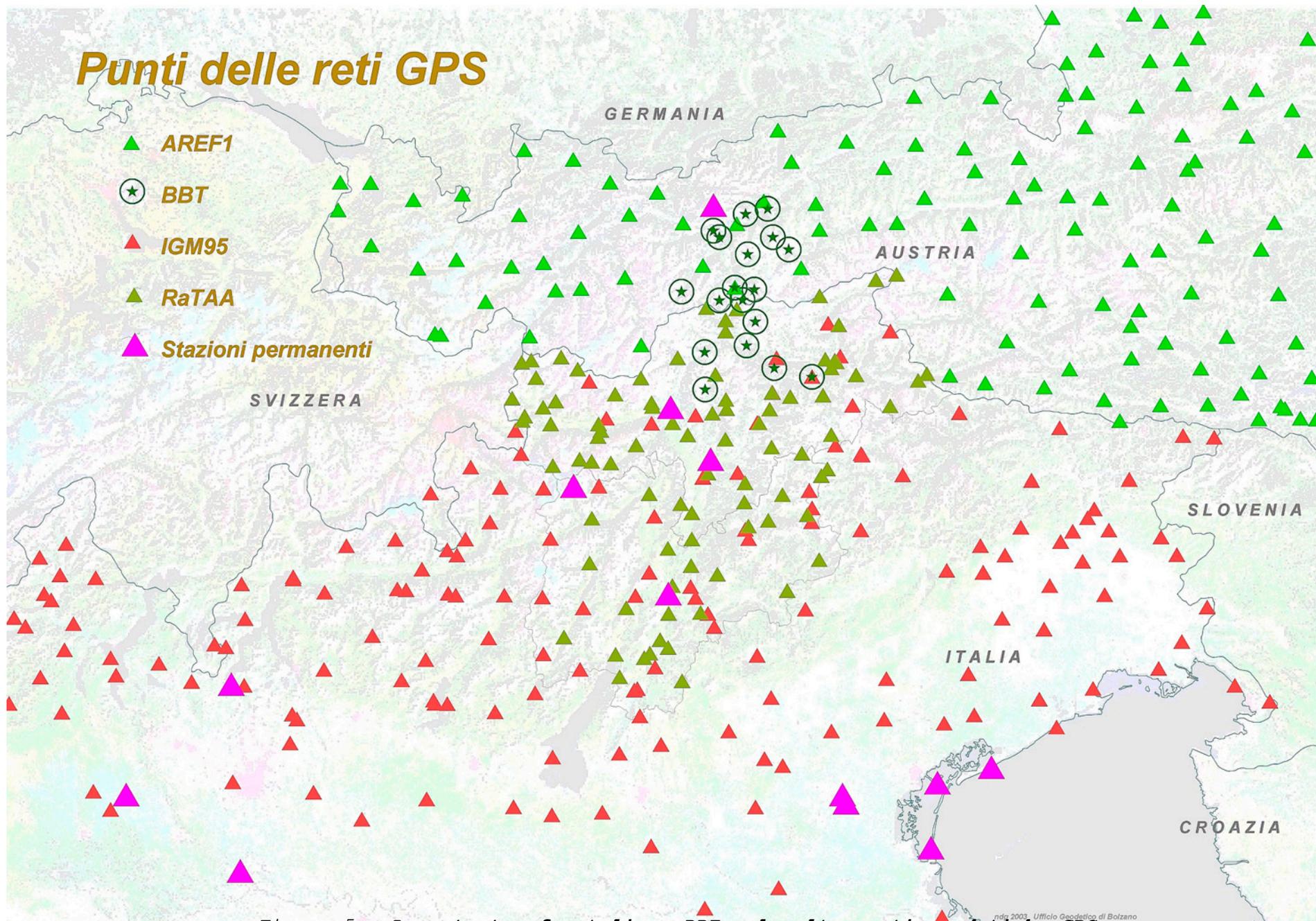


Figura 5 - La rete transfrontaliera BBT e le altre reti geodetiche GPS

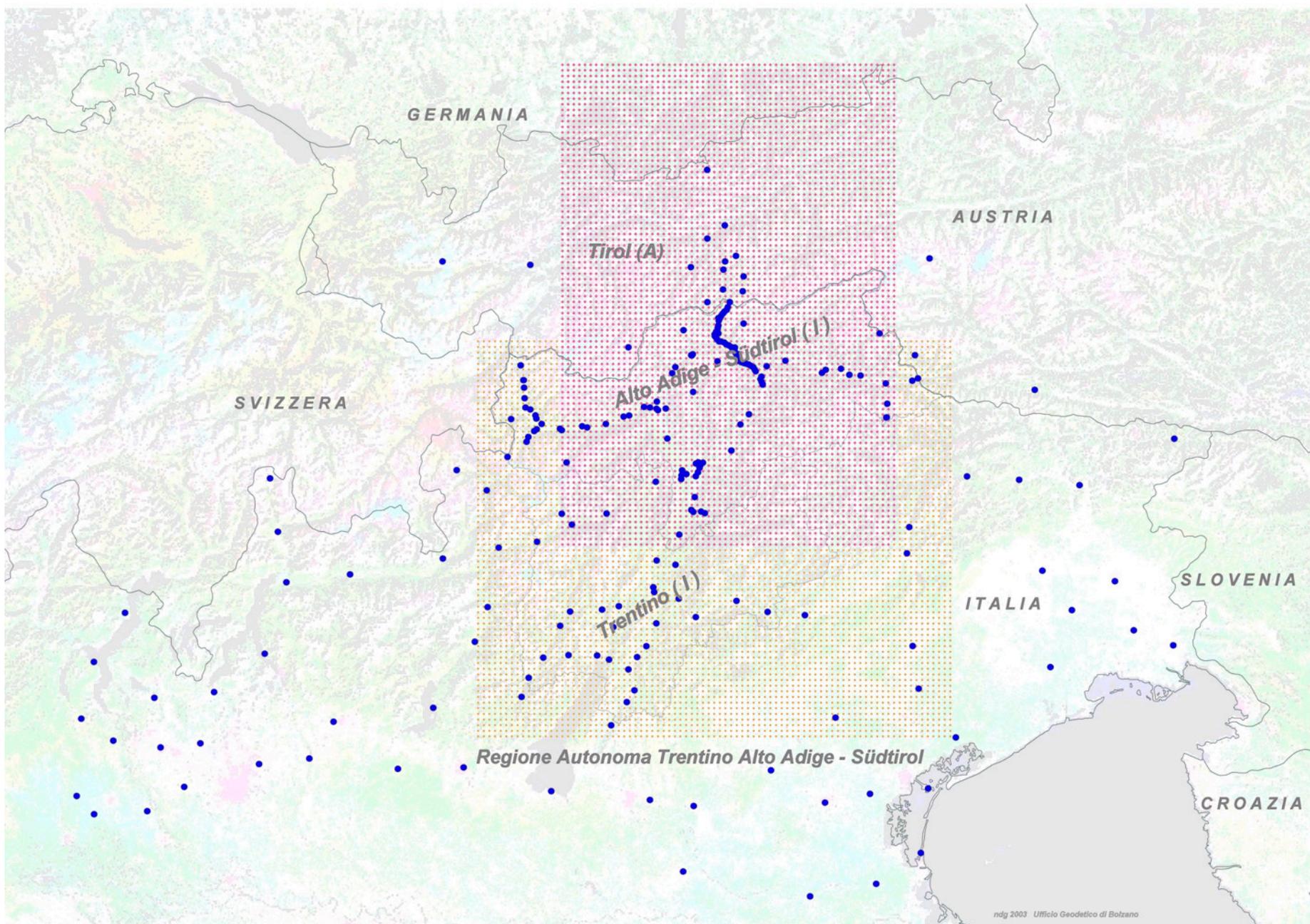


Figura 6 - *gli scostamenti puntuali ed i grigliati geoidici disponibili*

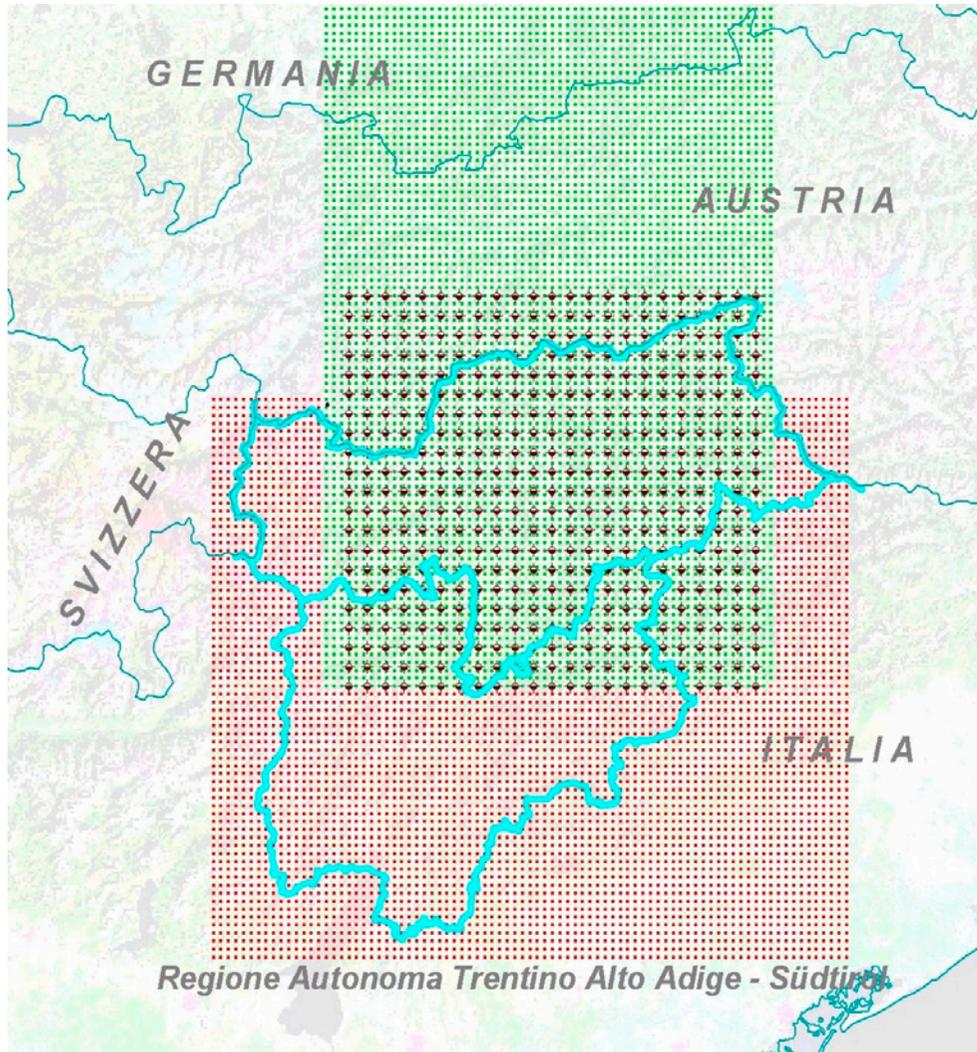


Figura 7 – la griglia **BZ** (corretta) e quella della **BBT**

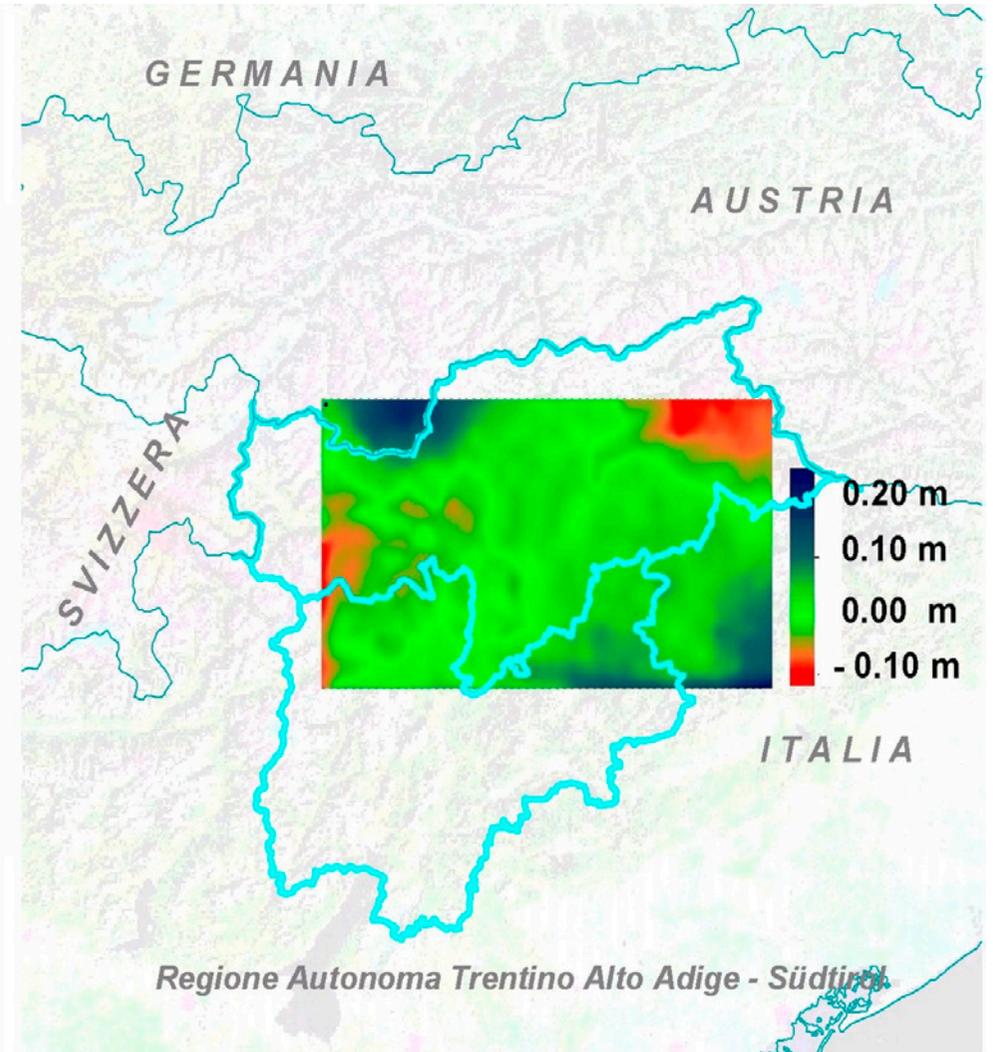


Figura 8 – gli scarti dalla media nella zona comune

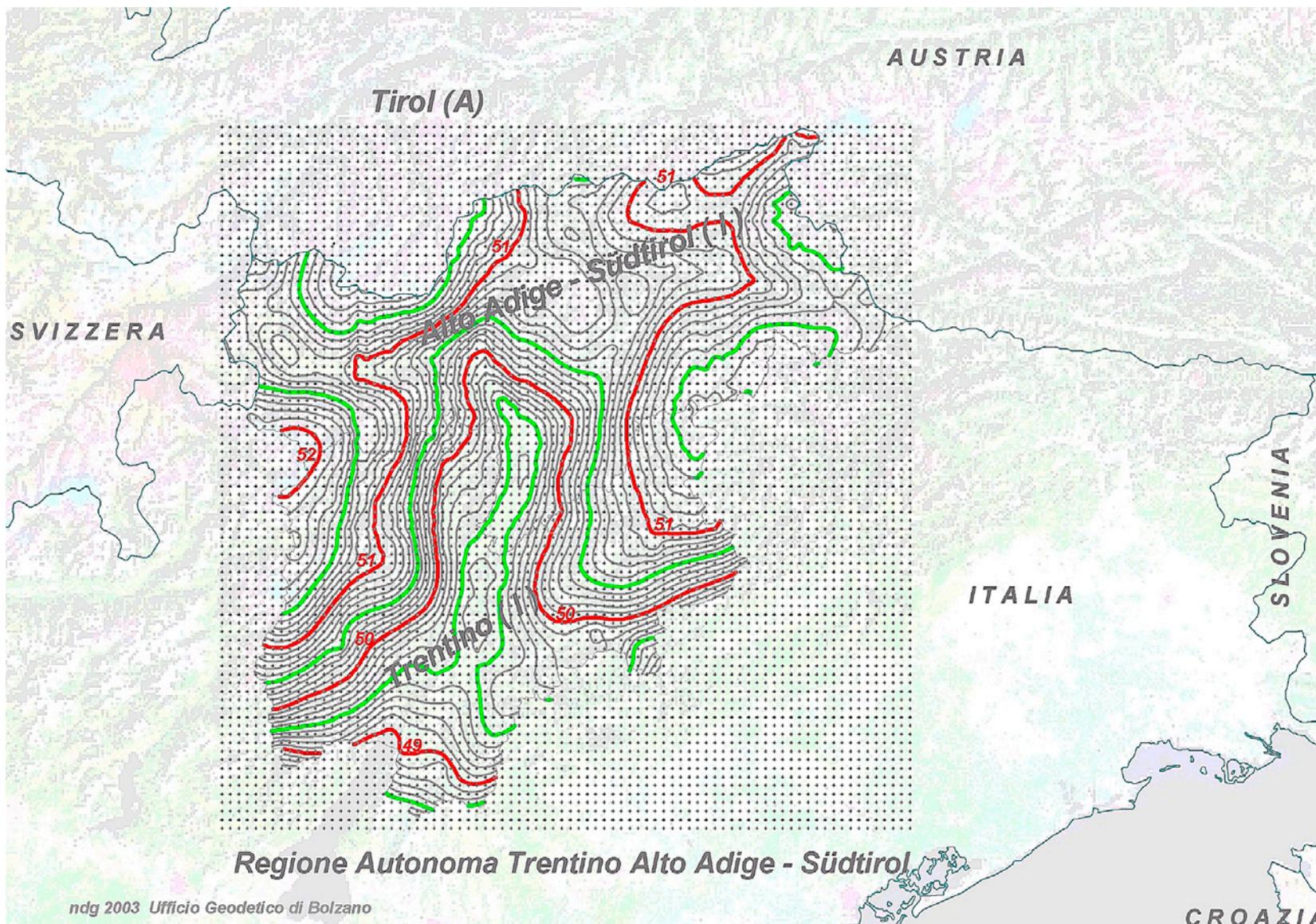


Figura 9 - L'andamento geoidico la corrispondente nuova griglia Bolzano

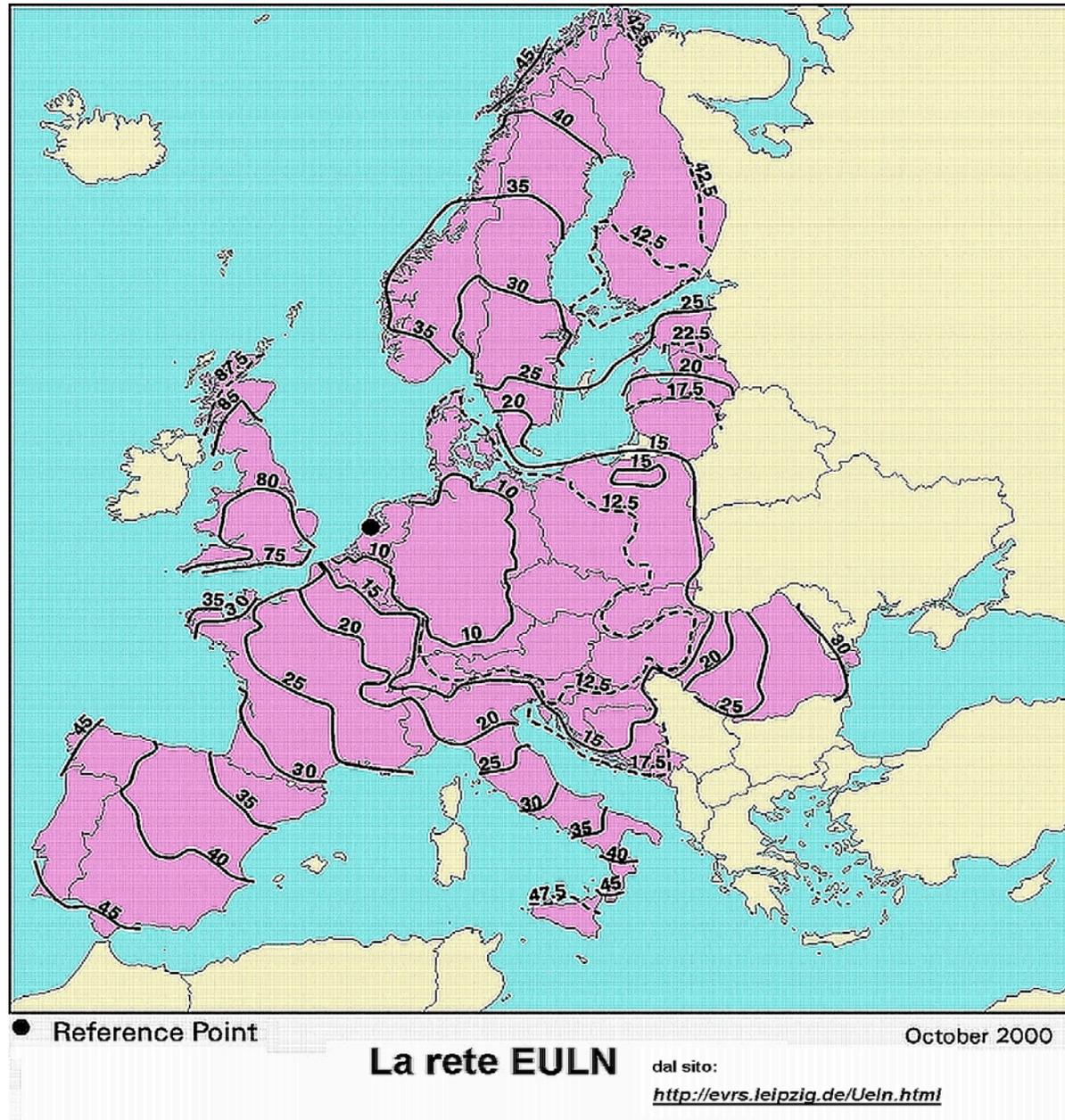


Figura 10 – la rete delle livellazioni europee unite [EULN](http://evrs.leipzig.de/Ueln.html)