



ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE

Direzione Geodetica

RELAZIONE SUL CALCOLO DELLA RETE DI STAZIONI PERMANENTI GNSS “MARUSSÌ” DELLA REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA (Gennaio 2017)

1. Caratteristiche della rete e finalità del calcolo

La rete GNSS della regione Friuli Venezia Giulia (FVG), denominata rete Marussi, è costituita da 10 stazioni permanenti: AMPE, BARC, BEVA, CERV, GORI, MOGG, PORD, TARV, TRSE, UDIN, dislocate in maniera da coprire efficacemente il territorio regionale (Fig. 1). In tabella 1 sono riepilogate le caratteristiche strumentali delle stazioni, che risultano molto omogenee. Il presente calcolo ha lo scopo di fornire l'esatta posizione delle stazioni nel contesto di un Riferimento mondiale riconosciuto, e di trasformare tali posizioni nel Sistema nazionale attualmente in uso in Italia: il frame ETRF2000 epoca 2008.0, divenuto Riferimento ufficiale nazionale a seguito del DPCM del 10/11/2011 e materializzato dalla Rete Dinamica Nazionale (RDN) [1].



Fig. 1 – Disposizione delle stazioni GNSS della rete Marussi (quadrato rosso) sul territorio del Friuli Venezia Giulia.

2. Strategia di calcolo e stazioni fiduciarie

L'approccio attualmente più valido per la determinazione delle reti regionali GNSS, suggerito anche nelle linee guida dell'EUREF [2-3], è quello di calcolare il network nel sistema IGB08, e trasformare successivamente le posizioni in ETRF2000 attraverso l'applicazione dei parametri di rototraslazione pubblicati nel memo EUREF di Altamimi et alii [4], o con metodi equivalenti. Il calcolo è quindi stato eseguito trattando le osservazioni delle stazioni della rete della regione FVG unitamente ad un sottoinsieme adeguato di stazioni della rete RDN, in modo da garantire robustezza al processo di stima delle coordinate. Alle 10 stazioni della rete Marussi, sono state quindi aggiunte 15 stazioni appartenenti alla rete RDN, situate intorno all'area geografica di interesse, costituendo così un network di 25 stazioni permanenti (Fig.2, Tab.1). Tra queste c'è anche la stazione VEN1, che non fa parte dell'impianto originale della rete RDN ma che è stata introdotta successivamente per sostituire la limitrofa stazione VEAR non più attiva. In accordo con le linee guida [2-3], sono state scelte come stazioni di riferimento per la compensazione della rete quelle che appartengono alla rete europea EPN (EUREF Permanent Network) e che sono classificate di classe A, ovvero hanno posizione e velocità note con precisione migliore, rispettivamente, di 1 cm e di 1 mm/a. Le stazioni che rispondono a tale criterio sono: BZRG, GRAZ, ROVE, VEN1 e ZOUF; per tali stazioni le coordinate della soluzione ufficiale in IGB08, epoca 2005.0, sono state propagate all'epoca di interesse per mezzo delle velocità facenti parte nella soluzione stessa.

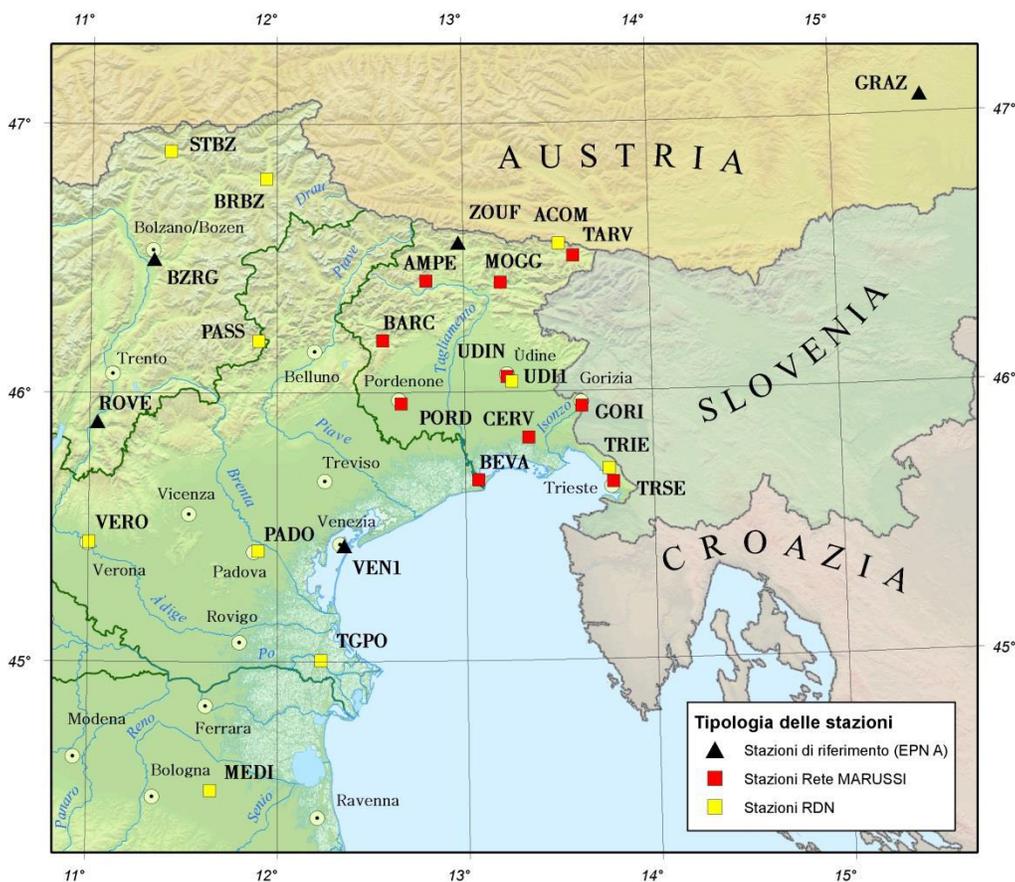


Fig. 2 – Stazioni utilizzate nel calcolo.

Nome	Località	Rete	Ricevitore	Antenna	Dome
ACOM	Malborghetto (UD)	RDN	TPS GB-1000	ASH701945E_M	SCIT
AMPE	Ampezzo (UD)	FVG	LEICA GR25	LEIAR25.R4	LEIT
BARC	Barcis (PN)	FVG	LEICA GR25	LEIAR25.R4	LEIT
BEVA	Bevazzana (UD)	FVG	LEICA GR25	LEIAR25.R4	LEIT
BRBZ	Brunico (BZ)	RDN	LEICA GRX1200GGPRO	LEIAT504GG	LEIS
BZRG	Bolzano	RDN/EPN A/IGS	LEICA GRX1200+GNSS	LEIAR25.R4	LEIT
CERV	Cervignano del Friuli (UD)	FVG	LEICA GR25	LEIAR25.R4	LEIT
GORI	Gorizia (GO)	FVG	LEICA GR25	LEIAR20	LEIM
GRAZ	Graz (Austria)	RDN/EPN A/IGS	LEICA GRX1200+GNSS	LEIAR25.R4	LEIT
MEDI	Medicina (BO)	RDN/EPN B/IGS	LEICA GR10	LEIAR20	NONE
MOGG	Moggio Udinese (UD)	FVG	LEICA GR25	LEIAR25.R4	LEIT
PADO	Padova	RDN/EPN B/IGS	LEICA GR10	LEIAR25.R4	NONE
PASS	Passo Cereda (TN)	RDN	LEICA GRX1200GGPRO	LEIAT504GG	LEIS
PORD	Pordenone	RDN/FVG	LEICA GR25	LEIAR25.R4	LEIT
ROVE	Rovereto (TN)	RDN/EPN A/IGS	LEICA GRX1200+GNSS	LEIAT504GG	LEIS
STBZ	Vipiteno (BZ)	RDN	LEICA GRX1200GGPRO	LEIAT504GG	LEIS
TARV	Tarvisio (UD)	FVG	LEICA GR25	LEIAR25.R4	LEIT
TGPO	Taglio di Po (RO)	RDN	TRIMBLE NETRS	TRM41249.00	NONE
TRIE	Sgonico (TS)	RDN	TPS GB-1000	ASH701945E_M	SCIT
TRSE	Trieste	FVG	LEICA GR25	LEIAR25.R4	LEIT
UDI1	Udine	RDN	TPS NET-G3A	ASH701945E_M	SCIT
UDIN	Udine	FVG	LEICA GR25	LEIAR25.R4	LEIT
VEN1	Venezia	EPN A	LEICA GRX1200GGPRO	LEIAT504GG	NONE
VERO	Verona	RDN	LEICA GMX902GG	LEIAX1202GG	NONE
ZOUF	Cercivento (UD)	RDN/EPN A	TPS GB-1000	ASH701945C_M	SCIT

Tab. 1 – Stazioni utilizzate nel calcolo.

3. Compensazione della rete Marussi nel sistema IGB08

Il calcolo, eseguito con il software Bernese 5.2, ha trattato le osservazioni relative a 28 sessioni giornaliere consecutive, fornite per le stazioni della rete Marussi in formato RINEX 2.11 dalla Regione stessa, e riguardanti il periodo 4-31 dicembre 2016, corrispondente ai giorni giuliani dal 339 al 366 del 2016, ed alle settimane GPS dalla 1926 alla 1929 comprese.

La disponibilità dei dati è mostrata in Fig. 3; si evidenzia che se una stazione ha registrato in un giorno meno di 1440 epoche (ovvero ha registrato per meno di 12 ore) il dato di quel giorno viene rigettato poiché si suppone che la stazione abbia avuto problemi di malfunzionamento e quindi non sia possibile giungere ad una stima affidabile della posizione. In figura tale situazione è evidenziata con il colore giallo.

MARKER	2016																												
	1926							1927							1928							1929							
	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	
ACOM																													
AMPE																													
BARC																													
BEVA																													
BRBZ																													
BZRG																													
CERV																													
GORI																													
GRAZ																													
MEDI																													
MOGG																													
PADO																													
PASS																													
PORD																													
ROVE																													
STBZ																													
TARV																													
TGPO																													
TRIE																													
TRSE																													
UDI1																													
UDIN																													
VEN1																													
VERO																													
ZOUF																													

Fig. 3 – Disponibilità dei dati Rinex delle stazioni oggetto del calcolo.

L'elaborazione è stata condotta utilizzando i prodotti IGB08 distribuiti da IGS come, ad esempio, il file di calibrazione delle antenne IGB08.atx e le effemeridi precise dei satelliti che rappresentano per le orbite la stima più accurata disponibile per questa tipologia di calcolo. Inoltre per tenere conto dei principali fenomeni fisici che influenzano le misure GNSS, sono stati utilizzati opportuni modelli matematici; in particolare le maree terrestri per le stazioni della rete sono state stimate attraverso il modello globale FES2004, mentre per lo spostamento del Polo terrestre sono state utilizzate le elaborazioni pubblicate sul sito del centro di calcolo CODE dell'Università di Berna. Da tale sito sono state scaricate anche le varie costanti astronomiche indispensabili per il calcolo con il software Bernese.

La determinazione delle posizioni delle stazioni nel sistema IGB08 è avvenuta in due fasi: la prima consistente nel calcolo delle 28 soluzioni giornaliere della rete, relative alle sessioni di osservazione suddette, espresse sotto forma di equazioni normali; la seconda relativa alla compensazione finale delle suddette equazioni.

Le soluzioni giornaliere sono state calcolate attraverso gli steps sotto riportati, previsti dalle procedure standard elaborate dall'Istituto Astronomico di Berna (AIUB) distributore del software Bernese:

- generazione delle orbite standard a partire dalle effemeridi precise IGS;
- importazione nel formato Bernese dei file Rinex relativi alle varie stazioni con controllo di qualità e consistenza dei dati;
- stima dell'offset dei clock dei ricevitori per ogni epoca tramite il processamento del codice in singola stazione e individuazione di eventuali sessioni outliers (stazioni con RMS maggiore di 3 metri);
- creazione delle singole differenze di fase (baseline) utilizzando la strategia OBS-MAX (numero massimo delle osservazioni a comune);
- pre-processamento in singola differenza di ogni base per determinare i cycle slip e, quando possibile, rimuoverli correggendo l'osservazione;
- soluzione preliminare della rete con l'uso della combinazione di fase L3 e con ambiguità irrisolte in modo da determinare una prima stima delle posizioni e del disturbo troposferico;
- risoluzione delle ambiguità utilizzando il metodo QIF (quasi ionospheric free) per le basi con distanza superiore ai 20 km e la strategia SIGMA per quelle con distanza inferiore; per le posizioni e la troposfera si introducono i risultati ottenuti al passo precedente;
- determinazione delle equazioni normali con ambiguità fissate a numeri interi; tale soluzione è frutto di una compensazione multistazione con modellizzazione corretta delle correlazioni tra le baseline (modulo GPSEST); per questa fase sono state adottate le seguenti impostazioni:
 - cut off delle osservazioni fissato a 3°;
 - sampling di 180 secondi;
 - utilizzo della combinazione di fase L3 libera dalla ionosfera;
 - modello a priori per la troposfera DRY GMF;
 - stima per ogni stazione dei parametri specifici di ritardo troposferico utilizzando la funzione "WET GMF" consistente con il modello a priori suddetto;
 - stima del gradiente orizzontale troposferico specifico per ogni stazione con il modello di Chen e Herring (CHENHER);
 - ogni stazione è stata vincolata in maniera *loose* alle coordinate a priori con i seguenti valori:
 $\sigma_{\text{Nord}}, \sigma_{\text{Est}} \text{ e } \sigma_{\text{Up}} = 0.1 \text{ m};$

Questa strategia di calcolo permette di non fissare la posizione delle stazioni alle coordinate apriori in modo da consentire l'inquadramento della rete nella fase successiva. In figura 4 sono riportati gli RMS delle 28 soluzioni giornaliere.

La seconda fase di calcolo (compensazione) è stata eseguita utilizzando il modulo ADDNEQ2 del software Bernese, combinando insieme le 28 equazioni normali con il metodo dei minimi vincoli (3 traslazioni) sulle posizioni delle stazioni di riferimento suddette. In questa fase sono state ricercate eventuali soluzioni per le singole stazioni considerate outlier secondo il seguente criterio: errore quadratico medio maggiore di 10 mm in coordinata Nord e Est, e maggiore di 20 mm in Up; nessuna soluzione outlier è stata individuata.

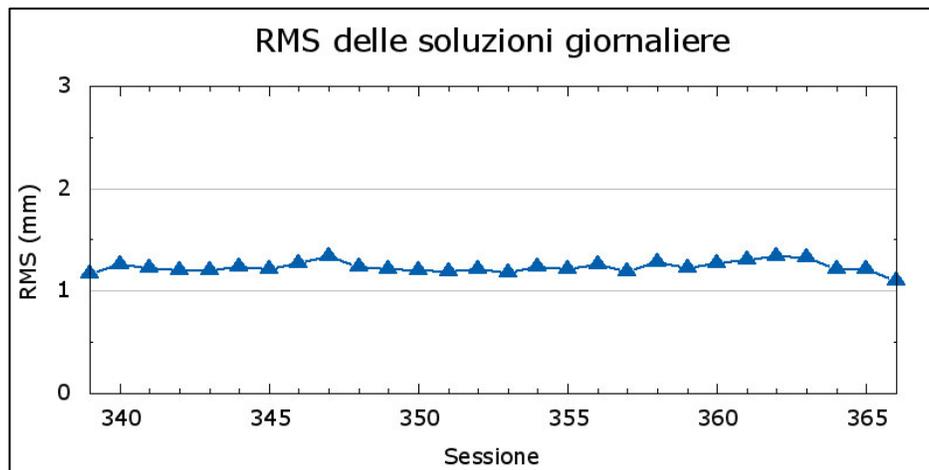


Fig. 4 – RMS espresso in mm relativo alle equazioni normali delle varie sessioni giornaliere.

Il risultato della compensazione sono le coordinate finali della rete espresse nel sistema IGb08 e temporalmente riferite al momento centrale del periodo trattato, cioè al giorno giuliano 353, 18 dicembre 2016 (epoca 2016.95). Per stimare la precisione raggiunta nella definizione delle posizioni delle stazioni è stata valutata la ripetibilità dei risultati fra le 28 sessioni giornaliere, sempre utilizzando il modulo ADDNEQ2 del Bernese. In figura 5 è riportata la graficizzazione dei risultati ottenuti per le stazioni della rete Marussi: la massima discordanza, pari a 2.7 mm, è stata riscontrata sulla direzione Up della stazione AMPE, mentre in planimetria tutte le deviazioni risultano inferiori a 2 mm.

In tabella 2 si riportano le coordinate finali in IGb08 per le stazioni della rete Marussi. Si rimanda all'allegato 2 per le coordinate ottenute per tutte le stazioni coinvolte nel calcolo.

Marker	Latitudine	Longitudine	Quota (m)	Rip. Nord (mm)	Rip. Est (mm)	Rip. Up (mm)
AMPE	46.41471303°	12.79904017°	616.4676	0.59	0.73	2.65
BARC	46.19310118°	12.56362296°	528.4530	0.67	0.72	1.78
BEVA	45.67189411°	13.06942803°	50.0891	0.72	0.71	2.32
CERV	45.82791423°	13.33913193°	59.6681	0.64	0.77	2.20
GORI	45.94330435°	13.62381803°	153.4162	0.64	1.06	1.69
MOGG	46.40673831°	13.19826171°	377.9610	0.79	0.76	2.03
PORD	45.95677724°	12.66120790°	81.7535	0.73	0.89	2.26
TARV	46.50241951°	13.59263960°	761.1497	1.09	0.66	1.91
TRSE	45.66025775°	13.78609879°	156.3059	1.10	1.55	2.17
UDIN	46.05481019°	13.22744192°	180.5723	0.62	0.82	2.12

Tab. 2 – Coordinate delle stazioni della rete Marussi in IGb08 e relativo RMS stimato tramite la ripetibilità.

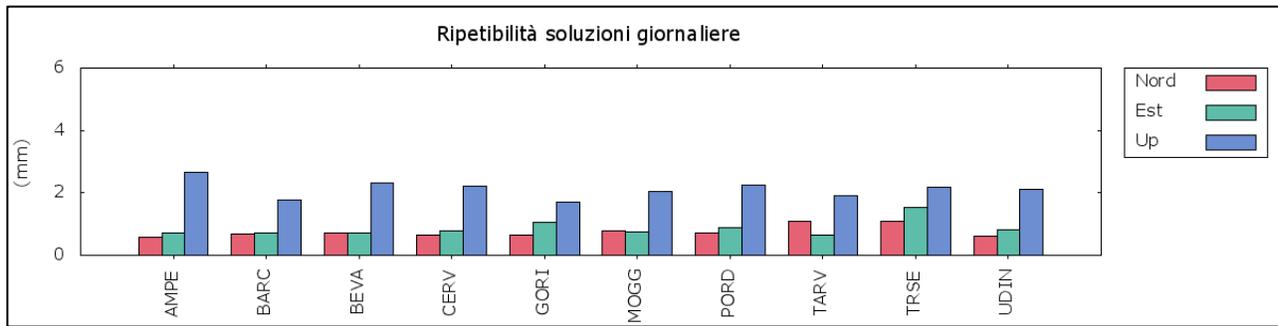


Fig. 5 – Ripetibilità in mm delle varie posizioni determinate con le 28 soluzioni giornaliere.

4. Trasformazione delle coordinate nel Sistema convenzionale ETRF2000

Il metodo previsto dall'EUREF (memo Altamimì et alii [4]) per la trasformazione delle coordinate dal Sistema IGB08 al Riferimento ETRF2000, consiste nell'applicazione di 7 parametri di rototraslazione, aggiornati all'epoca d'interesse utilizzando i coefficienti pubblicati nel memo stesso. Per il presente calcolo i parametri sono stati pertanto aggiornati all'epoca 2016.95 (Tab. 3).

	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>K</i>	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>	<i>Epoca</i>
	[mm]	[mm]	[mm]	[10 ⁻⁹]	[mas]	[mas]	[mas]	
	52.1	49.3	-58.5	1.34	0.891	5.390	-8.712	2000.0
/y	0.1	0.1	-1.8	0.08	0.081	0.490	-0.792	
	53.795	51.00	-89.01	2.70	2.264	13.695	-22.136	2016.95

Tab. 3 – Parametri di rototraslazione aggiornati all'epoca d'interesse.

I parametri così ottenuti, applicati alle coordinate IGB08, hanno fornito le coordinate ETRF2000 all'epoca 2016.95 riportate in tabella 4.

Marker	<i>X</i> [m]	<i>Y</i> [m]	<i>Z</i> [m]	Latitudine	Longitudine	Quota [m]
AMPE	4296007.753	975952.767	4597595.509	46.41470849°	12.79903300°	616.463
BARC	4317307.773	962154.455	4580512.533	46.19309664°	12.56361581°	528.449
BEVA	4348870.647	1009567.494	4539874.999	45.67188957°	13.06942087°	50.086
CERV	4331990.313	1027163.045	4551982.423	45.82790970°	13.33912473°	59.665
GORI	4317947.453	1046521.084	4560977.626	45.94329983°	13.62381081°	153.413
MOGG	4289568.402	1005971.317	4596811.509	46.40673378°	13.19825450°	377.957
PORD	4333820.766	973585.360	4561967.338	45.95677270°	12.66120075°	81.750
TARV	4275305.167	1033723.256	4604417.323	46.50241499°	13.59263236°	761.145
TRSE	4336873.379	1064122.057	4539047.138	45.66025323°	13.78609157°	156.303
UDIN	4316423.270	1014588.701	4569607.140	46.05480566°	13.22743473°	180.569

Tab. 4 – Coordinate della rete Marussi in ETRF2000 all'epoca 2016.95.

Poiché il fine della presente analisi è quello di inserire al meglio la rete in esame nel Sistema convenzionale ufficialmente adottato dall'Italia, cioè nel Riferimento ETRF2000 epoca 2008.0, previsto dal DPCM del 10/11/2011, sarebbe a questo punto necessario applicare alle coordinate di tabella 4 le velocità in ETRF2000 al contrario, per riportare la soluzione al 2008.0. Tale operazione risulta però difficoltosa per le stazioni oggetto del calcolo, per le quali le velocità, non essendo note, andrebbero calcolate tramite interpolazione. Anche supponendo che la regione oggetto di studio abbia nei movimenti un comportamento assimilabile ad un corpo rigido, cioè privo degli effetti tipici della geodinamica, e che quindi sia lecita la stima delle velocità orizzontali per interpolazione, certamente non lo è per quelle verticali, che risultano, scarsamente correlate.

D'altra parte anche il confronto diretto fra le posizioni IGb08 e RDN, e la conseguente stima dei 7 parametri di rototraslazione, metodo risultato efficace in passato in presenza di brevi intervalli temporali fra l'epoca del calcolo e il 2008.0, risulterebbe ugualmente affetto dalle stesse problematiche, e non porterebbe quindi a risultati migliori.

Le considerazioni fatte sono chiaramente visibili anche dall'analisi delle differenze, riportate nella seguente tabella 5, fra le posizioni IGb08 e RDN: mentre per i movimenti planimetrici si rileva una sostanziale coerenza (SD 2" e 5"), quelli verticali risultano totalmente scorrelati: valori negativi e positivi, media di -3 mm con una SD di 19 mm.

Stazioni	Coordinate in IGb08			Coordinate RDN 2008.0			Differenze IGb08-RDN			
	Lat. [sessagesi]	Long. [sessagesi]	h [m]	Lat. [sessagesi]	Long. [sessagesi]	h [m]	["]	["]	[mm]	
ACOM	46°.32' 52,5705"	13°.30' 53,6483"	1774.687	46°.32' 52,5539"	13°.30' 53,6222"	1774.685	0.0166	0.0261	2.4	
BRBZ	46°.47' 47,6003"	11°.56' 28,8371"	903.774	46°.47' 47,5834"	11°.56' 28,8118"	903.754	0.0169	0.0253	20.0	
BZRG	46°.29' 56,4922"	11°.20' 12,4800"	329.140	46°.29' 56,4757"	11°.20' 12,4543"	329.131	0.0165	0.0256	8.2	
GRAZ	47°.04' 01,6740"	15°.29' 36,5413"	538.289	47°.04' 01,6578"	15°.29' 36,5144"	538.292	0.0163	0.0269	-3.0	
MEDI	44°.31' 11,8532"	11°.38' 48,5456"	50.003	44°.31' 11,8360"	11°.38' 48,5196"	50.030	0.0171	0.0260	-26.9	
PADO	45°.24' 40,1597"	11°.53' 45,8346"	64.682	45°.24' 40,1430"	11°.53' 45,8095"	64.701	0.0167	0.0251	-19.3	
PASS	46°.11' 34,7787"	11°.54' 07,2619"	1418.690	46°.11' 34,7622"	11°.54' 07,2370"	1418.682	0.0165	0.0249	8.8	
ROVE	45°.53' 36,6256"	11°.02' 31,5774"	261.703	45°.53' 36,6089"	11°.02' 31,5524"	261.685	0.0168	0.0251	17.6	
PORD	45°.57' 24,3981"	12°.39' 40,3484"	81.754	45°.57' 24,3812"	12°.39' 40,3227"	81.764	0.0169	0.0257	-10.0	
STBZ	46°.53' 53,7123"	11°.25' 32,1108"	1043.760	46°.53' 53,6957"	11°.25' 32,0852"	1043.742	0.0166	0.0256	18.8	
TGPO	45°.00' 11,0182"	12°.13' 41,9642"	49.303	45°.00' 11,0014"	12°.13' 41,9389"	49.354	0.0169	0.0253	-51.8	
TRIE	45°.42' 35,1320"	13°.45' 48,6839"	323.412	45°.42' 35,1151"	13°.45' 48,6582"	323.416	0.0170	0.0257	-4.0	
UDI1	46°.02' 14,9311"	13°.15' 10,8812"	149.296	46°.02' 14,9143"	13°.15' 10,8556"	149.298	0.0168	0.0256	-1.4	
VERO	45°.26' 40,9347"	11°.00' 08,7796"	123.846	45°.26' 40,9181"	11°.00' 08,7543"	123.856	0.0166	0.0253	-10.0	
ZOUF	46°.33' 25,9996"	12°.58' 24,7985"	1946.515	46°.33' 25,9830"	12°.58' 24,7726"	1946.509	0.0165	0.0259	6.2	
							Media	0.0167	0.0256	-2.961
							SD	0.0002	0.0005	19.133

Tab. 5 – Differenze fra le posizioni IGb08 (2016.95) e ETRF2000 (2008.0).

In tale situazione la strategia più opportuna va ricercata anche in considerazione della finalità del calcolo che, nel caso presente consiste nell'ottimale funzionamento di una rete NRTK, che quindi non può discostarsi troppo dalla realtà fisica e deve al contempo fornire georeferenziazioni il più possibile coerenti al Riferimento convenzionale nazionale RDN 2008.0.

Per quanto detto si ritiene che la miglior strategia consista in questo caso nell'applicazione dei parametri previsti dall'EUREF che, come evidenziato dal confronto con la RDN riportato in tabella 6, consente di ottenere posizioni planimetriche abbastanza coerenti con la RDN, mentre influenza poco le quote, mantenendole vicine alla realtà fisica rappresentata dall'IGb08.

Stazioni	Coordinate RDN 2008.0			Coordinate ETRF2000 al 2016.95			Differenze RDN-ETRF2000			
	Lat. [sessagesimi]	Long. [sessagesimi]	h [m]	Lat. [sessagesimi]	Long. [sessagesimi]	h [m]	["]	["]	[mm]	
ACOM	46°.32' 52,5539"	13°.30' 53,6222"	1774.685	46°.32' 52,5542"	13°.30' 53,6222"	1774.683	-0.0003	0.0000	-2.1	
BRBZ	46°.47' 47,5834"	11°.56' 28,8118"	903.754	46°.47' 47,5839"	11°.56' 28,8114"	903.768	-0.0005	0.0004	14.2	
BZRG	46°.29' 56,4757"	11°.20' 12,4543"	329.131	46°.29' 56,4758"	11°.20' 12,4545"	329.134	0.0000	-0.0002	2.7	
GRAZ	47°.04' 01,6578"	15°.29' 36,5144"	538.292	47°.04' 01,6579"	15°.29' 36,5146"	538.284	-0.0002	-0.0002	-7.7	
MEDI	44°.31' 11,8360"	11°.38' 48,5196"	50.030	44°.31' 11,8367"	11°.38' 48,5203"	50.002	-0.0007	-0.0007	-28.5	
PADO	45°.24' 40,1430"	11°.53' 45,8095"	64.701	45°.24' 40,1433"	11°.53' 45,8092"	64.679	-0.0003	0.0003	-22.5	
PASS	46°.11' 34,7622"	11°.54' 07,2370"	1418.682	46°.11' 34,7623"	11°.54' 07,2363"	1418.686	-0.0001	0.0006	4.1	
ROVE	45°.53' 36,6089"	11°.02' 31,5524"	261.685	45°.53' 36,6092"	11°.02' 31,5522"	261.698	-0.0003	0.0002	13.1	
PORD	45°.57' 24,3812"	12°.39' 40,3227"	81.764	45°.57' 24,3817"	12°.39' 40,3227"	81.750	-0.0006	0.0000	-13.8	
STBZ	46°.53' 53,6957"	11°.25' 32,0852"	1043.742	46°.53' 53,6959"	11°.25' 32,0853"	1043.754	-0.0002	-0.0001	12.6	
TGPO	45°.00' 11,0014"	12°.13' 41,9389"	49.354	45°.00' 11,0018"	12°.13' 41,9388"	49.300	-0.0005	0.0001	-54.1	
TRIE	45°.42' 35,1151"	13°.45' 48,6582"	323.416	45°.42' 35,1157"	13°.45' 48,6579"	323.410	-0.0007	0.0002	-6.9	
UDI1	46°.02' 14,9143"	13°.15' 10,8556"	149.298	46°.02' 14,9148"	13°.15' 10,8553"	149.292	-0.0005	0.0003	-5.2	
VERO	45°.26' 40,9181"	11°.00' 08,7543"	123.856	45°.26' 40,9182"	11°.00' 08,7544"	123.842	-0.0001	-0.0001	-13.8	
ZOUF	46°.33' 25,9830"	12°.58' 24,7726"	1946.509	46°.33' 25,9833"	12°.58' 24,7726"	1946.510	-0.0002	0.0000	1.4	
							Media	-0.0003	0.0001	-7.102
							SD	0.0002	0.0003	18.056

Tab. 6 – Differenze fra le posizioni RDN 2008.0 e ETRF2000 (2016.95).

Le coordinate finali ETRF2000 epoca 2016.95 (Tab. 4) sono quindi da ritenersi finali; i vari formati richiesti sono riportati in allegato 1. Si fa presente che il nome del marker dichiarato nel header del file RINEX non coincide, come sarebbe opportuno, con il nome del file stesso, e che quest'ultimo è utilizzato anche nella monografia della stazione. Si fa presente inoltre che per le coordinate geografiche nel Sistema ITRS è stato utilizzato l'ellissoide GRS80, scelta divenuta comune in mancanza di un ellissoide ufficialmente dichiarato.

Funz. Informatico
Dott. ssa Lucia Baroni

Il Vice Direttore
Dott. Renzo Maseroli

Bibliografia

- [1] Baroni L., Cauli F., Donatelli D., Farolfi G., Maseroli R. (2009), “*Final results of the Italian Rete Dinamica Nazionale (RDN) of Istituto Geografico Militare Italiano (IGMI) and its alignment to ETRF2000*”, Bollettino di Geodesia e Scienze Affini, anno LXVIII, n. 3
- [2] Gurtner W., Boucher C., Bruyninx C., Marel H. V. D. (1998), “*The Use of the IGS/EUREF Permanent Network For EUREF Densification Campaigns*”, Symposium EUREF, June 1997, Sofia, Vol. 58: 50-51
- [3] C. Bruyninx , Z. Altamimi, A. Caporali, A. Kenyeres, M. Lidberg, G. Stangl, and J.A. Torres, “*Guidelines for EUREF Densifications*”
- [4] Altamimi Z., Boucher C. (2011), “*Memo: Specifications for reference frame fixing in the analysis of EUREF GPS campaign 18-05-2011 – vers. 8*”.
- [5] Baroni L., Corsi M., R. Maseroli R. (2014), “*Analisi delle velocità dei siti della Rete Dinamica Nazionale*” *Geologia tecnica & ambientale*, 2014/2: 11-27

Coordinate della rete Marussi in IGB08 calcolate all'epoca 2016.95

Coordinate nel sistema IGB08 all'epoca 2016.95									
Marker	X	Y	Z	Latitudine	Longitudine	h ellis.	Nord	Est	H geoid.
	[m]	[m]	[m]	[sessadeci]	[sessadeci]	[m]	[m]	[m]	[m]
AMPE	4296007.2780	975953.2250	4597595.8601	46.41471303°	12.79904017°	616.4676	5142480.4513	330854.3185	567.629
BARC	4317307.3005	962154.9155	4580512.8853	46.19310118°	12.56362296°	528.4530	5118388.1419	312005.3222	480.528
BEVA	4348870.1716	1009567.9571	4539875.3538	45.67189411°	13.06942803°	50.0892	5059406.2888	349630.8525	6.299
CERV	4331989.8346	1027163.5057	4551982.7763	45.82791423°	13.33913193°	59.6681	5076269.1272	370997.5352	15.454
GORI	4317946.9719	1046521.5434	4560977.9779	45.94330435°	13.62381803°	153.4162	5088668.9588	393330.5837	108.318
MOGG	4289567.9237	1005971.7744	4596811.8591	46.40673831°	13.19826171°	377.9610	5140817.7899	361514.1114	329.935
PORD	4333820.2931	973585.8216	4561967.6920	45.95677724°	12.66120790°	81.7536	5091904.8104	318762.5703	36.991
TARV	4275304.6854	1033723.7111	4604417.6716	46.50241951°	13.59263960°	761.1497	5150834.3419	392015.9236	712.515
TRSE	4336872.8977	1064122.5186	4539047.4909	45.66025775°	13.78609879°	156.3059	5057017.4688	405431.3526	111.371
UDIN	4316422.7924	1014589.1609	4569607.4923	46.05481019°	13.22744192°	180.5723	5101664.6725	362883.0874	135.654

Coordinate della rete Marussi in ETRF2000 calcolate all'epoca 2016.95

Coordinate nel sistema ETRF2000 all'epoca 2016.95									
Marker	X	Y	Z	Latitudine	Longitudine	h ellis.	Nord	Est	H geoid.
	[m]	[m]	[m]	[sessadeci]	[sessadeci]	[m]	[m]	[m]	[m]
AMPE	4296007.7534	975952.7671	4597595.5090	46.41470849°	12.79903300°	616.4630	5142479.9625	330853.7530	567.629
BARC	4317307.7733	962154.4554	4580512.5326	46.19309664°	12.56361581°	528.4487	5118387.6541	312004.7552	480.528
BEVA	4348870.6469	1009567.4943	4539874.9994	45.67188957°	13.06942087°	50.0860	5059405.7984	349630.2822	6.299
CERV	4331990.3125	1027163.0446	4551982.4232	45.82790970°	13.33912473°	59.6648	5076268.6357	370996.9661	15.454
GORI	4317947.4525	1046521.0837	4560977.6260	45.94329983°	13.62381081°	153.4128	5088668.4662	393330.0153	108.318
MOGG	4289568.4022	1005971.3173	4596811.5088	46.40673378°	13.19825450°	377.9565	5140817.2993	361513.5459	329.935
PORD	4333820.7660	973585.3600	4561967.3382	45.95677270°	12.66120075°	81.7497	5091904.3221	318762.0018	36.991
TARV	4275305.1674	1033723.2556	4604417.3226	46.50241499°	13.59263236°	761.1452	5150833.8496	392015.3589	712.515
TRSE	4336873.3788	1064122.0572	4539047.1378	45.66025323°	13.78609157°	156.3031	5057016.9753	405430.7825	111.371
UDIN	4316423.2701	1014588.7012	4569607.1401	46.05480566°	13.22743473°	180.5686	5101664.1816	362882.5197	135.654

Coordinate dell'intera rete calcolate in IGB08 all'epoca 2016.95

Marker	X [m]	Y [m]	Z [m]	Latitudine [sessadeci]	Longitudine [sessadeci]	Quota [m]	Rip. Nord [mm]	Rip. Est [mm]	Rip. Up [mm]
ACOM	4273810.5635	1027226.8728	4608635.1282	46.547936248°	13.514902295°	1774.6872	0.71	0.89	2.72
AMPE	4296007.2780	975953.2250	4597595.8601	46.414713028°	12.799040173°	616.4676	0.59	0.73	2.65
BARC	4317307.3005	962154.9155	4580512.8853	46.193101178°	12.563622959°	528.4530	0.68	0.72	1.78
BEVA	4348870.1716	1009567.9571	4539875.3538	45.671894108°	13.069428034°	50.0891	0.72	0.71	2.32
BRBZ	4280148.4210	905194.8682	4626969.7028	46.796555627°	11.941343634°	903.7736	1.96	1.01	2.05
BZRG	4312657.3078	864634.8717	4603844.5849	46.499025612°	11.336799992°	329.1395	0.59	0.45	1.45
CERV	4331989.8346	1027163.5057	4551982.7763	45.827914227°	13.339131925°	59.6681	0.64	0.77	2.2
GORI	4317946.9719	1046521.5434	4560977.9779	45.943304352°	13.623818032°	153.4162	0.64	1.06	1.69
GRAZ	4194423.6131	1162702.9080	4647245.5411	47.067131677°	15.493483694°	538.2889	0.68	0.74	2.54
MEDI	4461400.5239	919593.8070	4449504.9057	44.519959215°	11.646818215°	50.0032	0.40	0.50	2.98
MOGG	4289567.9237	1005971.7744	4596811.8591	46.406738313°	13.198261712°	377.9610	0.80	0.76	2.03
PADO	4388881.8209	924567.6728	4519588.8653	45.411155478°	11.896065164°	64.6818	0.58	0.69	1.03
PASS	4328740.8304	912367.9385	4581147.1060	46.192994074°	11.902017193°	1418.6903	1.35	0.77	1.41
PORD	4333820.2931	973585.8216	4561967.6920	45.956777243°	12.661207899°	81.7535	0.73	0.89	2.27
ROVE	4364680.4016	851737.0566	4557205.0754	45.893507118°	11.042104846°	261.7026	0.42	0.50	1.78
STBZ	4280131.4448	865015.1337	4634805.3537	46.898253427°	11.425586328°	1043.7603	1.12	1.06	2.92
TARV	4275304.6854	1033723.7111	4604417.6716	46.502419509°	13.592639604°	761.1497	1.10	0.66	1.91
TGPO	4414891.6670	956818.0723	4487623.7759	45.003060616°	12.228323402°	49.3025	0.84	0.86	1.5
TRIE	4333581.5217	1061504.7988	4543010.7822	45.709758892°	13.763523312°	323.4124	0.80	1.36	2.81
TRSE	4336872.8977	1064122.5186	4539047.4909	45.660257748°	13.786098792°	156.3059	1.10	1.55	2.17
UDI1	4317298.0210	1016829.1239	4568248.0124	46.037480867°	13.253022556°	149.2962	1.06	1.32	2.14
UDIN	4316422.7924	1014589.1609	4569607.4923	46.054810192°	13.227441921°	180.5723	0.63	0.82	2.12
VEN1	4379846.3667	959292.4714	4521100.4937	45.430571987°	12.354081039°	60.4157	0.48	0.33	1.47
VERO	4400201.0664	855506.8152	4522247.8017	45.444704081°	11.002438779°	123.8460	0.80	0.68	1.59
ZOUF	4282709.8512	986659.6569	4609469.9399	46.557222104°	12.973555140°	1946.5148	0.74	0.53	1.21