

5.11.3 *Calcolo rilievi GPS*

La tecnologia GPS è ormai adottata dalla maggioranza dei tecnici che operano nel settore di attività al quale si rivolge questa guida. Nei miei tanti contatti con questi colleghi ho tuttavia notato che molti di loro la utilizzano senza aver prima acquisito le basi teoriche minime del sistema satellitare. Attenzione, con questo non intendo dire che per i lavori catastali o di riconfinazione sia indispensabile conoscere le modalità di trasmissione del segnale satellitare (orologi atomici, lunghezze d'onda ecc.), né la configurazione dei satelliti o il significato delle sigle PDOP e GDOP. E non serve nemmeno sapere gli algoritmi delle correzioni differenziali fornite dalle reti di stazioni permanenti NRTK. Non è essenziale avere queste conoscenze, anche se, personalmente, io ritengo che un “bravo tecnico” dovrebbe quanto meno acquisirle seppur in forma superficiale, dato che riguardano il suo stesso mezzo di lavoro. Con “basi teoriche minime”, quindi, non intendo le nozioni appena citate, ma quelle che ho cercato di spiegare ai paragrafi 5.6.1 *Concetti base sul sistema WGS84 del GPS* a pag. 173 e 5.6.3 *I rischi nell'utilizzo di basi GPS permanenti* a pag. 193, vale a dire quali sono i limiti di applicabilità del GPS nell'ambito topografico dei lavori che svolgiamo. Purtroppo ho notato che la maggior parte dei tecnici dedicati a questa attività non ha nemmeno queste basi, il che, devo ammetterlo, mi pone molti dubbi sull'effettiva correttezza dei lavori che producono. Quello che mi lascia maggiormente sconcertato è l'illusione che riscontro in questi colleghi nel pensare che lo strumento utilizzato, essendo di tecnologia avanzata, garantisca di per sé la correttezza del rilievo, esonerandoli dal capire i concetti che ne stanno alla base⁴⁶. Mi sono spesso imbattuto in tecnici che hanno speso diverse migliaia di euro per la strumentazione topografica (GPS + TS) e che si sono invece rifiutati di spendere 150 euro e 30 ore del loro tempo per seguire un corso che gli avrebbe fornito le basi di cui sopra.

Ma la chiudo qui con queste considerazioni di carattere “professionale” e torno volentieri agli aspetti tecnici del calcolo dei rilievi GPS.

46 L'amico collega Friulano geom. Bruno Razza che incontravo spesso come relatore ai convegni in giro per i Collegi dei Geometri di tutta l'Italia, riferendosi a questa “filosofia” la definiva con la frase in dialetto Veneto-Friulano: *Fraca el boton, salta el macaco* (tradotto: *Premi il bottone e la scimmia balla*). L'aveva presa a prestito dalle sagre paesane di queste zone delle prime decadi del '900 dove una delle prime attrazioni “tecnologiche” più popolari era costituita da una scimmietta finta che se ne stava tranquilla e rannicchiata, ma che, inserendo la monetina e premendo l'apposito bottone, cominciava a divincolarsi allegramente.

Rilievi con basi multiple

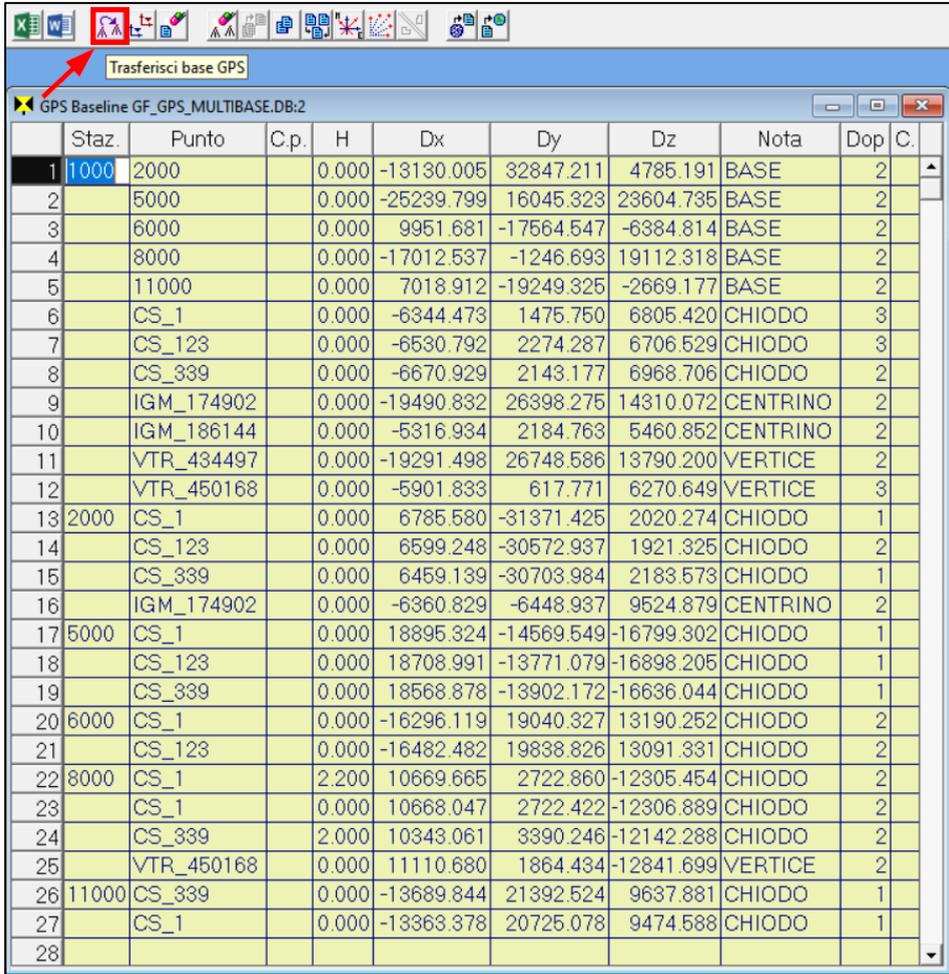
Al succitato paragrafo 5.6.3 *I rischi nell'utilizzo di basi GPS permanenti* a pag. 193 ho esposto due problemi che possono presentarsi nella restituzione dei rilievi GPS: quello della base troppo distante e quello delle basi multiple. Sul primo non c'è molto da fare in fase di calcolo: se la base è distante 30 km ... rimane distante 30 km e non c'è software che possa ovviare all'imprecisione che si genera nel proiettare il rilievo geocentrico su un piano topografico di tale estensione. Nel caso delle basi multiple, invece, qualcosa si può fare (non molto per la verità). Personalmente, quello che ho scelto di fare in Geocat è semplicemente di ricalcolare le baseline ai punti delle stazioni successive alla prima come se fossero invece riferite a quest'ultima. Significa che in un rilievo con più basi, come quello riprodotto in Figura 182, durante il calcolo Geocat esegue le seguenti operazioni:

1. Calcola i delta geocentrici dalla prima base (1000 in Figura 182) alle altre basi.
2. Con i delta di cui sopra, calcola le altre basi come se fossero punti agganciati alla prima base.
3. Ricalcola tutte le baseline delle basi successive alla prima come se fossero riferite alla prima base. Questa operazione consiste semplicemente nel sommare alle baseline originarie di queste basi i delta calcolati al punto 1.
4. Calcola tutti i punti delle basi successive alla prima applicando le nuove baseline calcolate al punto 3.

In pratica tutti i punti, incluse le stesse basi successive alla prima, vengono portati (baseline) sulla prima base, realizzando quindi un unico piano topografico tangente a quest'ultima ed evitando gli effetti dei piani sghembi che, nell'esempio di Figura 182, porterebbe i punti agganciati alle varie basi ad avere coordinate topografiche diverse pur essendo gli stessi (*CS_1*, *CS_123*, ecc.).

Questa impostazione, se da un lato evita il problema dei piani sghembi, dall'altro rischia di reintrodurre (o amplificare) quello della base distante. Questo accade perché nei rilievi NRTK a basi multiple queste sono in genere molto distanti tra loro e il trasferirle sulla prima base non può che ingigantire le distanze ai punti. D'altra parte, come avevo già puntualizzato al paragrafo 5.6.3 *I rischi nell'utilizzo di basi GPS permanenti* a pag. 193, ritengo che questo sia il male minore tra i due, sperando che l'utente

Geocat che leggerà questa guida possa rendersi conto della problematica evitandola sul nascere istituendo sempre la VRS locale direttamente in campagna.



The screenshot shows the 'GPS Baseline GF_GPS_MULTIBASE.DB:2' window in Geocat. The toolbar at the top contains various icons, with a red arrow pointing to the 'Trasferisci base GPS' button. The main window displays a table with the following columns: Staz., Punto, C.p., H, Dx, Dy, Dz, Nota, Dop, and C. The table contains 28 rows of data, including station names like 1000, 5000, 6000, 8000, 11000, CS_1, CS_123, CS_339, IGM_174902, IGM_186144, VTR_434497, VTR_450168, and their corresponding coordinates and notes.

	Staz.	Punto	C.p.	H	Dx	Dy	Dz	Nota	Dop	C.
1	1000	2000		0.000	-13130.005	32847.211	4785.191	BASE	2	
2		5000		0.000	-25239.799	16045.323	23604.735	BASE	2	
3		6000		0.000	9951.681	-17564.547	-6384.814	BASE	2	
4		8000		0.000	-17012.537	-1246.693	19112.318	BASE	2	
5		11000		0.000	7018.912	-19249.325	-2669.177	BASE	2	
6		CS_1		0.000	-6344.473	1475.750	6805.420	CHIODO	3	
7		CS_123		0.000	-6530.792	2274.287	6706.529	CHIODO	3	
8		CS_339		0.000	-6670.929	2143.177	6968.706	CHIODO	2	
9		IGM_174902		0.000	-19490.832	26398.275	14310.072	CENTRINO	2	
10		IGM_186144		0.000	-5316.934	2184.763	5460.852	CENTRINO	2	
11		VTR_434497		0.000	-19291.498	26748.586	13790.200	VERTICE	2	
12		VTR_450168		0.000	-5901.833	617.771	6270.649	VERTICE	3	
13	2000	CS_1		0.000	6785.580	-31371.425	2020.274	CHIODO	1	
14		CS_123		0.000	6599.248	-30572.937	1921.325	CHIODO	2	
15		CS_339		0.000	6459.139	-30703.984	2183.573	CHIODO	1	
16		IGM_174902		0.000	-6360.829	-6448.937	9524.879	CENTRINO	2	
17	5000	CS_1		0.000	18895.324	-14569.549	-16799.302	CHIODO	1	
18		CS_123		0.000	18708.991	-13771.079	-16898.205	CHIODO	1	
19		CS_339		0.000	18568.878	-13902.172	-16636.044	CHIODO	1	
20	6000	CS_1		0.000	-16296.119	19040.327	13190.252	CHIODO	2	
21		CS_123		0.000	-16482.482	19838.826	13091.331	CHIODO	2	
22	8000	CS_1		2.200	10669.665	2722.860	-12305.454	CHIODO	2	
23		CS_1		0.000	10668.047	2722.422	-12306.889	CHIODO	2	
24		CS_339		2.000	10343.061	3390.246	-12142.288	CHIODO	2	
25		VTR_450168		0.000	11110.680	1864.434	-12841.699	VERTICE	2	
26	11000	CS_339		0.000	-13689.844	21392.524	9637.881	CHIODO	1	
27		CS_1		0.000	-13363.378	20725.078	9474.588	CHIODO	1	
28										

Figura 182 - Esempio di rilievo a più basi GPS con punti comuni. Se venisse calcolato a partire da ciascuna base, per questi punti si otterrebbero coordinate differenti a causa dei piani sghembi visti al paragrafo 5.6.3 I rischi nell'utilizzo di basi GPS permanenti a pag. 193.

La Figura 183 mostra i risultati del calcolo del rilievo di Figura 182, valori che andremo successivamente a confrontare con quelli ottenuti dalla sua trasformazione in un rilievo a base unica. A questo scopo Geocat prevede infatti il comando *Trasferisci base GPS* evidenziato in Figura 182.

	Punto	C.p.	Est	Sqm E	Nord	Sqm N	Quota Z	Sqm Z	Longit.	Latitud.
1	1000		0.000	0.013	8366.892	0.005	0.000	0.000	15.021730	40.844002
2	2000		35127.853	0.007	6345.716	0.001	76.516	0.002	15.438578	40.900386
3	5000		22038.806	0.005	31079.803	0.003	256.142	0.002	15.284131	41.123531
4	6000		-19543.651	0.005	-8138.753	0.004	-313.340	0.002	14.790253	40.770484
5	8000		3205.312	0.003	25415.676	0.003	-123.573	0.005	15.059866	41.072839
6	11000		-20410.726	0.004	-3189.823	0.001	-358.127	0.002	14.779820	40.815026
7	CS_1		3069.725	0.019	8905.606	0.012	111.542	0.031	15.058170	40.924181
8	CS_123		3889.245	0.015	8813.122	0.018	67.604	0.016	15.067898	40.923345
9	CS_339		3798.955	0.026	9122.203	0.011	111.374	0.043	15.066828	40.926128
10	IGM_174902		30547.926	0.007	18662.201	0.001	394.428	0.004	15.384819	41.011454
11	IGM_186144		3488.176	0.000	7119.219	0.000	119.931	0.000	15.063127	40.908095
12	VTR_434497		30834.597	0.000	18083.631	0.000	268.474	0.000	15.388205	41.006238
13	VTR_450168		2126.319	0.013	8366.892	0.005	-84.165	0.035	15.046970	40.919336
14										

Figura 183 - *I risultati del rilievo a basi multiple sono ottenuti da Geocat riportando tutti i punti, incluse le basi successive alla prima, come se fossero agganciati a quest'ultima.*

Questo comando esegue le stesse operazioni descritte per il calcolo del rilievo a pag. 311 solo che, anziché limitarsi a produrre i risultati, modifica anche il rilievo stesso trasformandolo in un rilievo a base unica, la prima. Il nuovo rilievo è riprodotto in Figura 184 e presenta infatti le seguenti modifiche:

- Le basi successive alla prima sono state rimosse.
- Le baseline dei punti che erano agganciati alle basi successive alla prima (evidenziate in Figura 184) riportano ora i valori dei delta X-Y-Z come se fossero stati agganciati alla prima base fin dall'inizio.

In pratica, con questa trasformazione il rilievo assume, anche formalmente, l'unica base costituita dalla prima stazione GPS. Va da sé che il calcolo di questo rilievo così modificato fornisce le stesse coordinate topografiche⁴⁷, mostrate in Figura 184 (in basso), del calcolo precedente riprodotto in Figura 183. In conclusione, mi auguro di aver messo sufficientemente in luce il pericolo costituito dalle basi multiple nei rilievi GPS e di come Geocat cerchi quanto meno di limitarlo con il calcolo e il comando appena descritti. Resta il fatto che non può essere il software, ma il tecnico, ad evitarne del tutto gli effetti modificando le proprie abitudini nell'esecuzione dei rilievi.

47 Al netto di pochi millimetri dovuti agli inevitabili diversi arrotondamenti generati dai dati comunque differenti.

GPS Baseline GF_GPS_MULTIBASE.DB:2										
	Staz.	Punto	C.p.	H	Dx	Dy	Dz	Nota	Dop	C.
1	1000	2000		0.000	-13130.005	32847.211	4785.191	BASE	2	
2		5000		0.000	-25239.799	16045.323	23604.735	BASE	2	
3		6000		0.000	9951.681	-17564.547	-6384.814	BASE	2	
4		8000		0.000	-17012.537	-1246.693	19112.318	BASE	2	
5		11000		0.000	7018.912	-19249.325	-2669.177	BASE	2	
6		CS_1		0.000	-6344.473	1475.750	6805.420	CHIODO	3	
7		CS_123		0.000	-6530.792	2274.287	6706.529	CHIODO	3	
8		CS_339		0.000	-6670.929	2143.177	6968.706	CHIODO	2	
9		IGM_174902		0.000	-19490.832	26398.275	14310.072	CENTRINO	2	
10		IGM_186144		0.000	-5316.934	2184.763	5460.852	CENTRINO	2	
11		VTR_434497		0.000	-19291.498	26748.586	13790.200	VERTICE	2	
12		VTR_450168		0.000	-5901.833	617.771	6270.649	VERTICE	3	
13		CS_1		0.000	-6344.430	1475.795	6805.464	CHIODO	1	
14		CS_123		0.000	-6530.762	2274.283	6706.515	CHIODO	2	
15		CS_339		0.000	-6670.871	2143.236	6968.763	CHIODO	1	
16		IGM_174902		0.000	-19490.839	26398.283	14310.069	CENTRINO	2	
17		CS_1		0.000	-6344.476	1475.781	6805.428	CHIODO	1	
18		CS_123		0.000	-6530.809	2274.251	6706.525	CHIODO	1	
19		CS_339		0.000	-6670.922	2143.158	6968.686	CHIODO	1	
20		CS_1		0.000	-6344.439	1475.787	6805.432	CHIODO	2	
21		CS_123		0.000	-6530.802	2274.286	6706.511	CHIODO	2	
22		CS_1		2.200	-6342.875	1476.170	6806.856	CHIODO	2	
23		CS_1		0.000	-6344.493	1475.732	6805.421	CHIODO	2	
24		CS_339		2.000	-6669.479	2143.556	6970.022	CHIODO	2	
25		VTR_450168		0.000	-5901.860	617.744	6270.611	VERTICE	2	
26		CS_339		0.000	-6670.934	2143.204	6968.701	CHIODO	1	
27		CS_1		0.000	-6344.468	1475.758	6805.408	CHIODO	1	

Calcolo locale GF_GPS_MULTIBASE.DB:3										
	Punto	C.p.	Est	Sqm E	Nord	Sqm N	Quota Z	Sqm Z	Longit.	Latitud.
1	1000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.021730	40.844002
2	CS_1		3069.725	0.019	8905.606	0.012	111.542	0.031	15.058170	40.924181
3	CS_123		3889.245	0.015	8813.122	0.018	67.604	0.016	15.067898	40.923345
4	CS_339		3798.955	0.026	9122.203	0.011	111.374	0.043	15.066828	40.926128
5	IGM_174902		30547.926	0.007	18662.201	0.001	394.428	0.004	15.384819	41.011454
6	IGM_186144		3488.176	0.000	7119.219	0.000	119.931	0.000	15.063127	40.908095
7	VTR_434497		30834.597	0.000	18083.631	0.000	268.474	0.000	15.388205	41.006238
8	VTR_450168		2126.319	0.013	8366.892	0.005	-84.165	0.035	15.046970	40.919336
9	2000		35127.848	0.000	6345.715	0.000	76.517	0.000	15.438578	40.900386
10	5000		22038.802	0.000	31079.805	0.000	256.143	0.000	15.284131	41.123531
11	6000		-19543.654	0.000	-8138.750	0.000	-313.338	0.000	14.790253	40.770484
12	8000		3205.310	0.000	25415.678	0.000	-123.570	0.000	15.059866	41.072839
13	11000		-20410.729	0.000	-3189.822	0.000	-358.126	0.000	14.779820	40.815026

Figura 184 - Sopra, il rilievo a più basi trasformato in un rilievo a base unica con ricalcolo delle baseline evidenziate. Sotto, i risultati del rilievo così trasformato sono uguali a quelli del rilievo originario di Figura 183.

L'inquadramento cartografico del Catasto

Alla sezione 5.3 *Configurazione*, paragrafo 5.3.2 *Calcoli*, punto *Parametri di calcolo* a pag. 98, sono descritte le opzioni di calcolo che Geocat permette di adottare per i rilievi GPS ai fini del loro inquadramento sulla cartografia catastale. Al paragrafo 5.6.1 *Concetti base sul sistema WGS84 del GPS* a pag. 173, sono invece illustrati i concetti che stanno alla base delle opzioni stesse. Rimando quindi a quei paragrafi per conoscere il significato dei suddetti parametri che, se impostati dall'utente, producono in Geocat i risultati di calcolo secondo il sistema di riferimento catastale.

In questa sezione, dedicata al calcolo dei rilievi GPS, ritengo utile fornire un esempio concreto di applicazione di quelle opzioni in modo da poter verificare la correttezza dei risultati stessi. Lo farò esaminando l'elaborazione, svolta sia con Geocat che con Pregeo, di un rilievo GPS di esempio, come al solito volutamente semplificato per rendere il tutto più comprensibile. Consideriamo il seguente libretto Pregeo di cui al file *GPS_PREGEO.DAT* presente nella cartella *Pregeo* del materiale fornito a corredo del volume (l'ultima riga 2 va accapo per mancanza di spazio):

```
0|25082021|97|A093|0010|1|ROSSI GIANNI|GEOMETRA|PADOVA|
9|15|10|20|20000|10.6.0-G,APAG 2.12|FR|GEOMAX ZENITH 35PRO|
1|1000|4360878.23,971910.05,4536618.84|0|
6|L2|19042008-14:53|19042008-14:53|RTK|PDOP=3|
2|2000|-1081.408,4839.535,0.00|0,0,0,0,0,0|PDOP=3|0|
2|3000|-2960.971,2865.389,2215.053|0,0,0,0,0,0|PDOP=3|0|
2|4000|-3482.903,-776.235,3488.019|0,0,0,0,0,0|PDOP=3|0|
2|5000|-6080.219,4939.440,4745.231|0.0003339,0.00013677,
0.00011868,0.00007497,0.00006486,0.00008967,1.596|PDOP=3|0|
```

Come si può notare, si tratta di un rilievo molto semplice, composto dalla base GPS 1000 dalla quale si sono rilevate le baseline ai punti 2000, 3000, 4000 e 5000. Di queste, solo quella al punto 5000 presenta i coefficienti della matrice dei cofattori e relativo scarto quadratico medio (in alternativa si può inserire la matrice di varianza/covarianza) in quanto solo questo vettore supera i 5 km, distanza per la quale Pregeo rende obbligatorio inserire tali dati. Notiamo inoltre nella riga 9 le seguenti due informazioni:

- la quota media del rilievo, impostata a soli 15 metri in modo da rendere ininfluenza la proiezione a livello del mare;
- l'Est media, impostata a 20000 metri, un valore che ha sufficiente incidenza nell'inquadramento cartografico catastale.

Preciso, infine, che le baseline di questo rilievo si riferiscono a punti aventi tutti la stessa altezza ellissoidica. Elaborato con Pregeo, questo libretto fornisce i risultati di Figura 185 (tratta direttamente dalla schermata di post-elaborazione del programma).

Punti della Rete				
nome	nord	sqm	est	sqm
1000	-0.000	+/-0.000	-0.000	+/-0.024
2000	1.954	+/-0.000	4958.873	+/-0.024
Punti di Dettaglio				
3000	3169.313	+/-0.036	3440.889	+/-0.068
4000	4989.946	+/-0.047	0.014	+/-0.086
5000	6792.482	+/-0.039	6143.826	+/-0.096

Figura 185 -
I risultati di Pregeo del rilievo GPS di cui al libretto listato a pagina 315.

nome	quota	sqm
1000	15.000	+/- 0.0000
2000	15.013	+/- 0.0495
3000	14.968	+/- 0.0495
4000	14.936	+/- 0.0495
5000	14.929	+/- 0.0335

Importiamo ora il libretto Pregeo in Geocat e ne impostiamo la quota di caposaldo mediante i seguenti passaggi evidenziati in Figura 186:

1. Clicchiamo sull'icona *Nuovo* della barra degli strumenti per aprire un nuovo rilievo, si aprirà la tabella azzurra dei rilievi TS.
2. Da questa tabella clicchiamo sull'icona *Importa da Pregeo*, si apre la finestra di Windows per la selezione dei file.
3. Nella cella *Tipo file* della finestra lasciamo selezionata l'opzione *File di testo Pregeo (*.DAT)* e selezioniamo il file *GPS_PREGEO.DAT* dalla cartella in cui si trova.
4. Si aprirà così la tabella gialla delle baseline del libretto importato.
5. Da questa tabella clicchiamo l'icona *Fissa origine e quota*, aprendo la finestra per l'inserimento di questi dati.
6. Su questa finestra, lasciamo inalterate le celle *Fissa la nuova origine del rilievo sul punto / assegnandogli le coordinate Est/Nord*, mentre invece nelle celle *Fissa il caposaldo quote sul punto / assegnandogli la quota* inseriamo rispettivamente: 1000 quale nome della base GPS da considerare come caposaldo per le quote e 15 per il valore in metri.

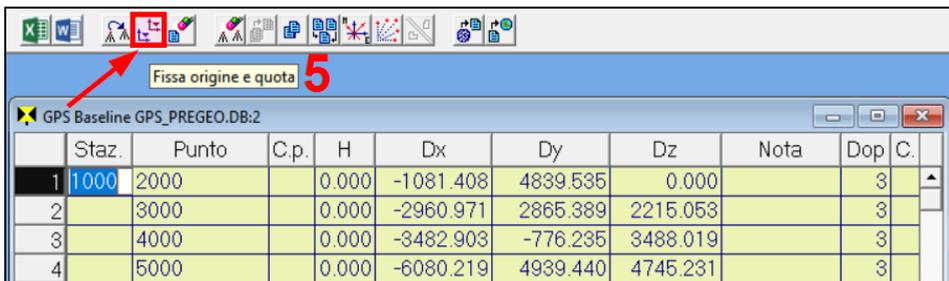
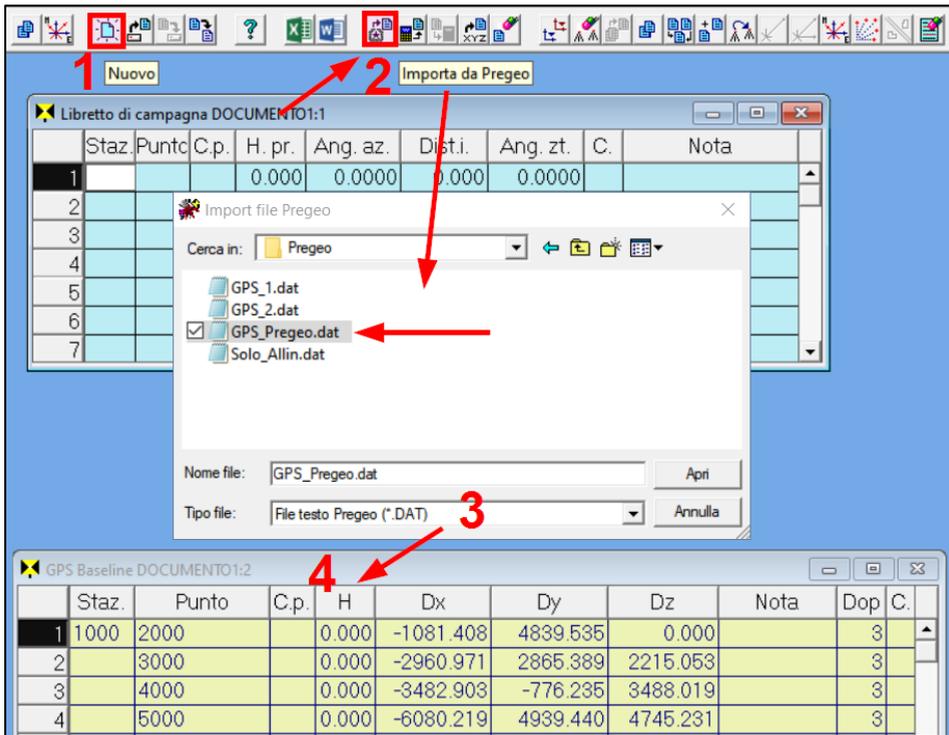
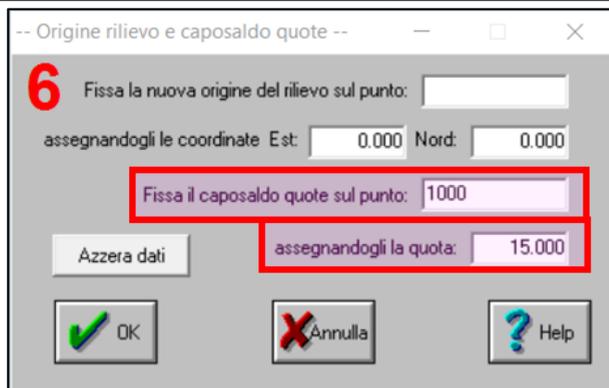


Figura 186 –

In alto, l'import in Geocat del libretto Pregeo listato a pag. 315.

Qui sopra e a lato, l'imposizione del caposaldo quota di 15 metri sulla base GSP 1000.



Attiviamo ora il menù *Configurazione* | *Calcoli* e disattiviamo le opzioni relative all'inquadramento cartografico del Catasto (vedi punto *Parametri di calcolo* a pag. 98), come mostrato in Figura 187 (in alto). Con queste impostazioni lanciamo ora il calcolo del rilievo dall'opzione *Calcolo locale* del menù contestuale di Geocat (clic destro) pervenendo alla tabella dei risultati riprodotta in Figura 187 (in basso).

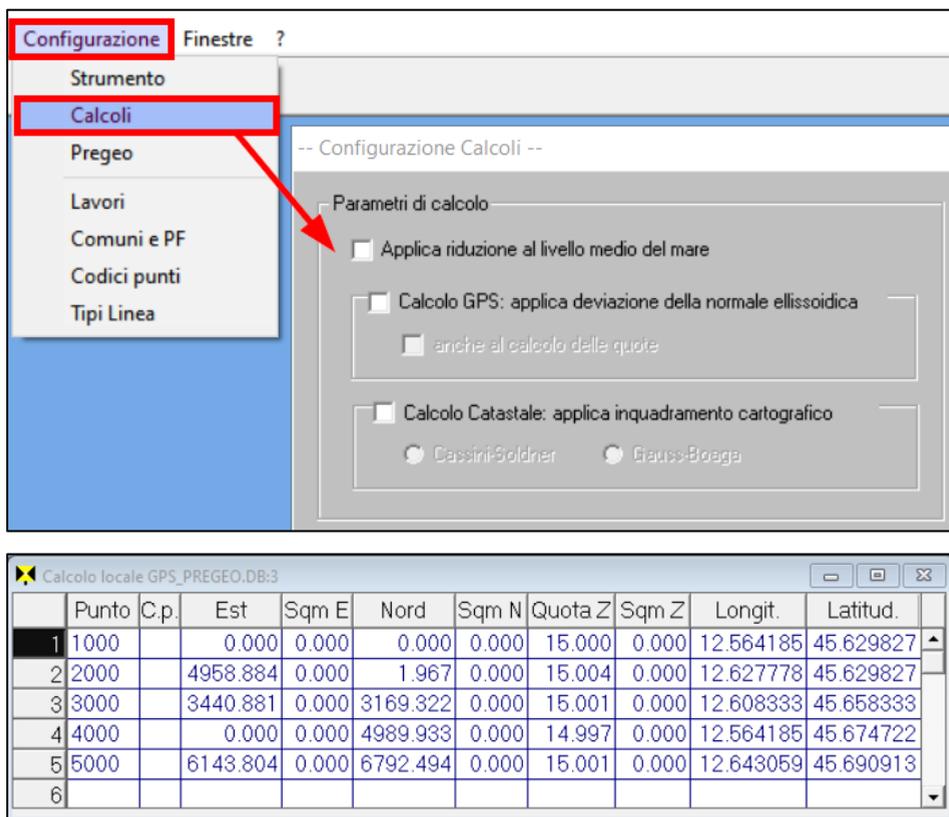


Figura 187 - Le opzioni di inquadramento cartografico disattivate producono un calcolo topografico "puro", cioè non alterato dall'inquadramento stesso.

La Tabella 6 riporta il raffronto tra i risultati di Pregeo (vedi Figura 185 a pag. 316) e di Geocat appena ottenuti con le opzioni di inquadramento cartografico disattivate. Sulle coordinate Est e Nord si evidenziano differenze fino a 2 cm, mentre sulle quote si arriva a 7 cm. Queste diversità sono imputabili proprio alla mancata applicazione delle opzioni di inquadramento cartografico. Per rendercene conto, ripetiamo ora l'elaborazione in Geocat dopo averle attivate come mostrato in Figura 188.

Tabella 6 - Il confronto tra i risultati di Pregeo e di Geocat con le opzioni di inquadramento cartografico e la Est media non impostate.

Punto	Est Geocat	Est Pregeo	Diff. Est	Nord Geocat	Nord Pregeo	Diff. Nord	Quota Geocat	Quota Pregeo	Diff. Quota
1000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.000	15.000	0.000
2000	4958.884	4958.873	0.011	1.967	1.954	0.013	15.004	15.013	-0.009
3000	3440.881	3440.889	-0.008	3169.322	3169.313	0.009	15.001	14.968	0.033
4000	0.000	0.014	-0.014	4989.933	4989.946	-0.013	14.997	14.936	0.061
5000	6143.804	6143.826	-0.022	6792.494	6792.482	0.012	15.001	14.929	0.072

Figura 188 – Le opzioni per l'inquadramento cartografico settate (per il sistema di riferimento Cassini-Soldner).

Parametri di calcolo

Applica riduzione al livello medio del mare

Calcolo GPS: applica deviazione della normale ellissoidica

anche al calcolo delle quote

Calcolo Catastale: applica inquadramento cartografico

Cassini-Soldner Gauss-Boaga

Per quanto riguarda l'opzione alternativa tra le rappresentazioni Cassini-Soldner o Gauss-Boaga, va detto che Pregeo assume questa informazione direttamente dalla Est media riportata nella riga 9 del libretto (in questo esempio 20000 metri, vedi listato a pag. 315). In Geocat si è invece preferito che sia l'utente ad effettuare coscientemente tale scelta. Il valore viene invece inserito nei dati del Lavoro spiegati al paragrafo *Creare un nuovo Lavoro* a pag. 108. Per farlo, con riferimento alla Figura 189 (in alto e al centro) si devono compiere questi passaggi:

- aprire la tabella di elenco dei Lavori dal menù *Configurazione | Lavori* e posizionarsi sulla riga del Lavoro corrente (in questo caso *LIBRO_2*);
- attivare l'opzione *Dati del Lavoro* del menù contestuale che si apre con clic destro e digitare 20000 nella cella *Est media (m o LC)*.

Con queste nuove impostazioni lanciamo quindi nuovamente il calcolo del rilievo ottenendo i risultati di Figura 189 (in basso).

	Nome/Dir.	Descrizione	Provincia
1	ESEMPIO	Lavoro di esempio programma	Padova
2	LIBRO	Esempi libro Tecniche di ricon	Padova
3	LIBRO_2	Esempio Libro 2	Padova
4	NEIVE		Cuneo
5			
6			

Figura 189 -

Qui sopra e a lato, l'inserimento della Est media nei dati del Lavoro.

Sotto, le coordinate calcolate da Geocat con le opzioni di inquadramento e la Est media impostate.

-- Dati del Lavoro --

Nome Lavoro (cartella) max 8 caratteri:

Descrizione:

Data presentazione (ggmmaa): Prot.

Prov. Comune: Sez.

Foglio: Alleg. Mapp.

Est media (m o LC): Quota s.l.m. (mt)

	Punto	C.p.	Est	Sqm E	Nord	Sqm N	Quota Z	Sqm Z	Longit.	Latitud.
1	1000		0.000	0.000	0.000	0.000	15.000	0.000	12.564185	45.629827
2	2000		4958.873	0.000	1.955	0.000	15.016	0.000	12.627983	45.629176
3	3000		3440.889	0.000	3169.313	0.000	14.973	0.000	12.608539	45.657683
4	4000		0.013	0.000	4989.945	0.000	14.941	0.000	12.564391	45.674072
5	5000		6143.824	0.000	6792.481	0.000	14.939	0.000	12.643264	45.690263
6										

La Tabella 7 mostra il nuovo confronto tra i risultati di Geocat e quelli di Pregeo ed evidenzia che le differenze sono ora di soli 1 - 2 mm sulle coordinate Est e Nord e di soli 0.5 - 1 cm sulle quote, vale a dire valori 10 volte inferiori rispetto a quelli ottenuti senza impostare le opzioni di inquadramento cartografico. Questo dimostra la bontà di applicazione da parte di Geocat dei parametri di calcolo per l'inquadramento stesso.

Tabella 7 - *Il confronto tra i risultati di Pregeo e di Geocat con le opzioni di inquadramento cartografico e la Est media impostate.*

Punto	Est Geocat	Est Pregeo	Diff. Est	Nord Geocat	Nord Pregeo	Diff. Nord	Quota Geocat	Quota Pregeo	Diff. Quota
1000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	15.000	15.000	0.000
2000	4958.873	4958.873	0.000	1.955	1.954	0.001	15.016	15.013	0.003
3000	3440.889	3440.889	0.000	3169.313	3169.313	0.000	14.973	14.968	0.005
4000	0.013	0.014	-0.001	4989.945	4989.946	-0.001	14.941	14.936	0.005
5000	6143.824	6143.826	-0.002	6792.481	6792.482	-0.001	14.939	14.929	0.010

Va da sé che, se le opzioni di Figura 188 a pag. 319 non vengono selezionate tutte ma solo alcune, i risultati cambiano di conseguenza. Ad esempio, selezionando solamente una o l'altra delle due opzioni *Applica deviazione della normale ellissoidica* e *Applica inquadramento cartografico*; oppure, nel primo caso, non selezionando la sotto opzione *anche al calcolo delle quote* si otterranno risultati di volta in volta diversi, pur se di poco. Resta il fatto che per ottenere da Geocat le corrette coordinate nel sistema di riferimento del Catasto vanno applicate tutte le opzioni e la Est media di cui al secondo calcolo sopra illustrato. Così come, per contro, se si desidera ottenere un risultato topografico che rispecchi fedelmente la situazione reale di un rilievo locale, non va selezionata nessuna delle opzioni, come abbiamo fatto nel primo dei due calcoli svolti.

5.11.4 *Calcolo in coordinate imposte*

Nei rilievi topografici attinenti ai lavori trattati in questo libro vi è a volte la necessità di restituire i risultati nelle coordinate di uno specifico sistema di riferimento. Non mi riferisco ovviamente a quello Catastale per il quale Geocat elabora già automaticamente il calcolo sulla base dei PF, come vedremo al paragrafo 5.11.5 *Calcolo locale e catastale* a pag. 330. Mi riferisco invece ai casi in cui viene richiesto il confronto tra i propri risultati e quelli di un altro tecnico che ha adottato un suo sistema di riferimento (anche tra i vari datum codificati come UTM, ETRF, ecc.). In questi casi il calcolo locale elaborato da Geocat, che produce coordinate riferite al punto di emanazione del rilievo, deve essere trasformato in tale diverso sistema di riferimento.

Questo risultato si può ottenere in due modalità diverse a seconda se l'orientamento del sistema (asse delle ordinate) su cui atterrare rimane lo stesso oppure se è diverso. Nel primo caso basta infatti operare una semplice traslazione, nel secondo bisogna invece applicare una rototraslazione. Vediamo entrambe le situazioni nei paragrafi che seguono.

Imposizione di origine e quota

Come appena accennato, laddove l'orientamento del sistema di riferimento finale coincida con quello del rilievo locale, l'esigenza di restituire il rilievo in coordinate assolute è semplicemente quella di spostare l'origine su un punto del rilievo stesso del quale sono note le coordinate nel sistema di riferimento richiesto. Questo è, ad esempio, il caso dei rilievi GPS, che sono intrinsecamente orientati sul Nord WGS84, e pertanto, se ne viene richiesta la restituzione in tale sistema di riferimento, sarà sufficiente conoscere le coordinate assolute WGS84 di un punto rilevato e spostare l'origine del rilievo sullo stesso. Analogamente, la stessa esigenza si ha a volte per l'aspetto altimetrico, nel senso che si vogliono ottenere le quote nei valori riferiti ad un caposaldo di quota nota rilevato in campagna. Quest'ultimo requisito può essere già incluso nel primo, nel senso che il punto noto sul quale spostare l'origine planimetrica è anche il caposaldo per le quote. Ma può anche essere che l'origine planimetrica debba essere riferita ad un punto diverso da quello del caposaldo quote. Così come può essere richiesta la sola restituzione delle quote riferite ad un caposaldo, mentre per la parte planimetrica sia sufficiente lasciare il rilievo nella sua origine locale (base GPS o prima stazione TS).

Geocat permette di risolvere tutte queste situazioni in maniera molto semplice. Dalla tabella del rilievo (sia TS che GPS) basta infatti attivare il comando (icona) *Fissa origine e quota*. Si apre così la finestra riprodotta in Figura 190 nella quale vanno inseriti i seguenti dati:

- **Fissa la nuova origine del rilievo sul punto:** va inserito il nome del punto rilevato che dovrà diventare la nuova origine del rilievo (*IGM_174902* nell'esempio di Figura 190).
- **assegnandogli le coordinate Est/Nord:** in queste due celle vanno inserite rispettivamente le coordinate Est e Nord del punto di cui sopra (7132.375 e 266.836 nell'esempio). Naturalmente non è detto che sia sempre necessario inserire questi valori, potrebbe darsi infatti che si desideri semplicemente spostare l'origine sul punto richiesto lasciando alle coordinate 0.000, 0.000.

- **Fissa il caposaldo quote sul punto:** come per l'origine, va inserito il nome del punto rilevato al quale si vuole assegnare la quota assoluta di caposaldo. Come detto, questo punto può coincidere o meno con l'origine. Nell'esempio qui riprodotto, ad esempio, abbiamo inserito un punto diverso: *VTR_434497*.
- **assegnandogli la quota:** è la quota assoluta che si vuole attribuire al caposaldo di cui sopra (575.114 nell'esempio).

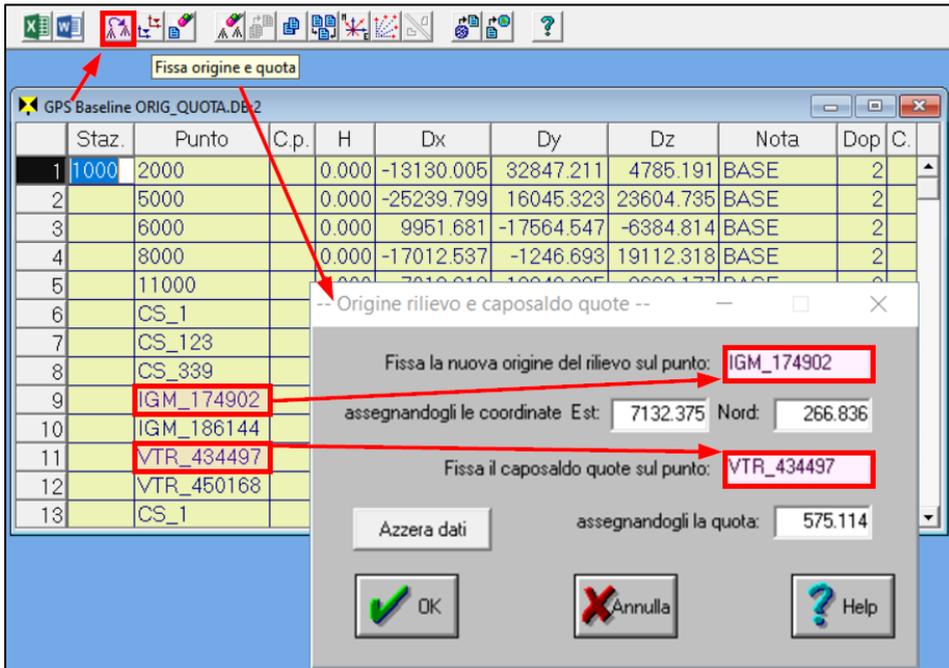


Figura 190 - L'attribuzione delle coordinate alla nuova origine e della quota al caposaldo altimetrico.

Ovviamente non è obbligatorio inserire sia l'origine che il caposaldo quota, ma soltanto uno dei due nel caso non siano entrambi necessari. Confermati i dati con *OK*, basta quindi lanciare il calcolo dall'usuale opzione *Calcolo locale* del menù contestuale di Geocat, ottenendo i risultati di Figura 191, e cioè:

- il punto *IGM_174902* della nuova origine ha esattamente le coordinate Est e Nord imposte;
- il caposaldo quote *VTR_434497* ha esattamente la quota imposta.
- tutti gli altri punti hanno coordinate e quote riferite a questi valori.

	Punto	C.p.	Est	Sqm E	Nord	Sqm N	Quota Z	Sqm Z	Longit.	Latitud.
1	1000		-23415.551	0.000	-18395.365	0.000	306.640	0.000	15.021730	40.844002
2	CS_1		-20345.825	0.019	-9489.759	0.012	418.182	0.031	15.058170	40.924181
3	CS_123		-19526.306	0.015	-9582.243	0.018	374.245	0.016	15.067898	40.923345
4	CS_339		-19616.596	0.026	-9273.162	0.011	418.014	0.043	15.066828	40.926128
5	IGM_174902		7132.375	0.007	266.836	0.001	701.068	0.004	15.384819	41.011454
6	IGM_186144		-19927.375	0.000	-11276.146	0.000	426.571	0.000	15.063127	40.908095
7	VTR_434497		7419.046	0.000	-311.734	0.000	575.114	0.000	15.388205	41.006238
8	VTR_450168		-21289.231	0.013	-10028.473	0.005	222.476	0.035	15.046970	40.919336
9	2000		11712.297	0.000	-12049.650	0.000	383.157	0.000	15.438578	40.900386
10	5000		-1376.748	0.000	12684.440	0.000	562.783	0.000	15.284131	41.123531
11	6000		-42959.205	0.000	-26534.115	0.000	-6.698	0.000	14.790253	40.770484
12	8000		-20210.241	0.000	7020.313	0.000	183.070	0.000	15.059866	41.072839
13	11000		-43826.279	0.000	-21585.187	0.000	-51.486	0.000	14.779820	40.815026

Figura 191 - I risultati del calcolo sono ora riferiti alla nuova origine e al caposaldo quote definiti.

Imposizione di coordinate e orientamento alle stazioni

Un'altra possibilità fornita da Geocat per ottenere la restituzione del rilievo in un sistema di riferimento diverso da quello locale è di imporre sia le coordinate che l'orientamento alle stazioni del rilievo. Questa esigenza può manifestarsi, ad esempio, quando si deve mettere a confronto il proprio rilievo locale (cioè con l'origine 0.000, 0.000 sulla prima stazione) con un secondo rilievo che condivide una o più stazioni ma che prevede coordinate e orientamento in un suo sistema di riferimento. Per operare questa trasformazione si devono svolgere i seguenti passaggi illustrati in Figura 192 (per un rilievo TS):

- Doppio clic sulla cella della stazione alla quale si vogliono imporre le coordinate, si apre la finestra dei dati.
- Si inseriscono i valori delle coordinate Est, Nord ed eventualmente anche della quota nelle rispettive celle in alto (nell'esempio di Figura 192: *Est* = 3839.830, *Nord* = -2478.567, *Quota* = 132.721).
- Si inserisce nella cella *Correzione* l'angolo di disorientamento tra il rilievo originario e quello sul quale si vuole trasformarlo (126.0386).
- Si seleziona l'opzione *Mantieni fisse queste coordinate e correzione angolare*, al che Geocat farà seguire la scritta *imposte dall'utente* ad indicare che i valori sono stati inseriti dall'utente e non sono invece provenienti da altre elaborazioni svolte dal programma, come vedremo al successivo paragrafo *Coordinate calcolate da altre procedure* a pag. 328.

Libretto di campagna STAZ_IMPOSTA_ASS.DB

Staz.	Punto	C.p.	H. pr.	Ang. az.	Dist.i.	Ang. zt.	C.	Nota
1	100	200	CM	5.000	231.1500	638.001	100.5836	chiodo miniato
2	300	CM	5.000	234.3686	525.954	100.6514		chiodo miniato
3	PF02-38		0.100	211.2440	287.372	100.4032		SPIGOLO SUD
4	PF03-38		2.250	321.1136	195.747	98.0666		MONTANTE DX

Stazione: 100

Cod.	Est	Nord	Quota	P. orient.	Ang. orient.	Azimet	Correzione
CM	3839.830	-2478.567	132.721		0.0000	0.0000	126.0386
H.St.	X Geoc.	Y Geoc.	Z Geoc.	Longitudine	Latitudine		
1.450	0.000	0.000	0.000	0.000000	0.000000		

Mantieni fisse queste coordinate e correzione angolare imposte dall'utente

Importa nel rilievo le seguenti letture:

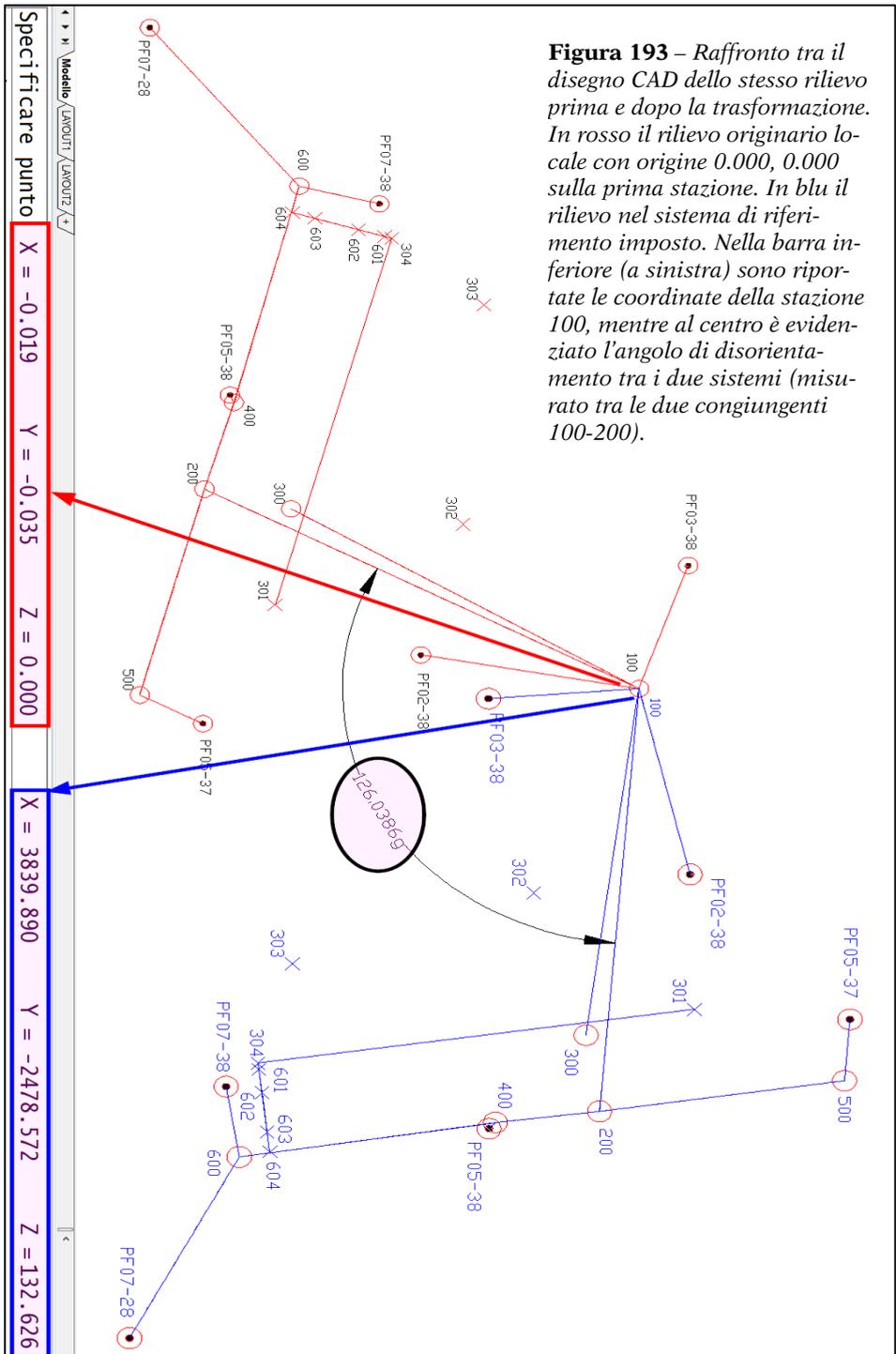
Calcolo locale STAZ_IMPOSTA_ASS.DB:2

Punto	C.p.	Est	Sqm E	Nord	Sqm N	Quota Z	Sqm Z	Longit.	Latitud.
1	100	CM	3839.890	0.084	-2478.572	0.007	132.626	-0.135	0.000000
2	200	CM	4475.748	0.005	-2529.731	0.036	123.315	0.021	0.000000
3	300	CM	4361.261	0.000	-2547.187	0.000	123.789	0.000	0.000000
4	400	CM	4492.576	0.000	-2664.626	0.000	128.472	0.000	0.000000
5	500	CM	4429.591	0.000	-2212.388	0.000	122.458	0.000	0.000000
6	600	CM	4544.293	0.000	-2996.576	0.000	125.776	0.000	0.000000

Figura 192 - Geocat permette di ottenere il calcolo in funzione delle coordinate e correzione angolare imposte alle stazioni TS.

Quest'ultima opzione fa sì che durante il calcolo Geocat ometta di calcolare la stazione limitandosi ad applicare alla stessa le coordinate e la correzione angolare imposte. Infatti, attivando il *Calcolo locale* del menù contestuale, i valori ottenuti saranno riferiti al sistema di riferimento così definito, come mostrato in Figura 192 (in basso) per l'esempio esposto.

A differenza della trasformazione vista al paragrafo precedente, che applica una semplice traslazione, in questo caso, avendo imposto anche il disorientamento tra i due sistemi di riferimento (quello locale originario e quello imposto), abbiamo invece operato una rototraslazione, cioè sia una traslazione che una rotazione, con il centro di quest'ultima sulla stazione 100. La Figura 193 (ruotata in senso verticale per motivi di spazio) mostra graficamente gli effetti dell'operazione grazie al disegno CAD unificato dei due rilievi: quello in rosso è il rilievo originario mentre quello in blu è nel sistema di riferimento imposto. Da notare le diverse coordinate della stazione 100 e l'angolo di disorientamento tra i due sistemi.



Nell'esempio appena visto abbiamo imposto le coordinate e l'orientamento solo ad una stazione TS, la prima del rilievo. Questo è in effetti il caso più frequente in cui si ha la necessità di procedere alla trasformazione descritta. Nulla vieta tuttavia di imporre coordinate e orientamento a più stazioni, se non addirittura a tutte. In tal caso Geocat, come detto, omette di calcolare tali stazioni (come farebbe normalmente) e si limita ad assumere per le stesse i valori imposti. Per questo motivo, l'imposizione dei dati a più stazioni è un'operazione da compiere con molta cura e attenzione perché è evidente che le coordinate e l'eventuale orientamento imposto alle stesse devono essere congruenti tra loro, pena l'errata restituzione del rilievo. Ma in Geocat questa impostazione non è quasi mai necessaria perché la rototraslazione tra diversi sistemi di riferimento viene calcolata direttamente da programma come vedremo al paragrafo successivo. Nei rilievi GPS, infine, la necessità di trasferire i punti in un altro sistema di riferimento è piuttosto rara perché questa tecnologia agisce su un sistema globale già orientato a Nord. Tuttavia, nei casi in cui si dovesse restituire un rilievo in coordinate topografiche imposte, Geocat permette di farlo in maniera analoga a quella già vista per i rilievi TS. Basta infatti anche in questo caso aprire la finestra dei dati stazione con doppio clic sulla cella della base GPS e modificare le coordinate topografiche e il disorientamento come mostrato in Figura 194.

The screenshot displays the Geocat software interface. The main window shows a table of stations with columns: Staz., Punto, C.p., H, Dx, Dy, Dz, Nota, Dop, C. The first station, CS_339, is highlighted. A red box highlights the 'CS_339' cell in the first row of the table. A red arrow points from this cell to the 'Stazione GPS' dialog box. In the dialog box, the 'Coordinate' section is set to 'topografiche' (topographic), and the 'Disorientamento' (disorientation) is set to 126.0386. The 'Calcolo locale' window below shows the resulting coordinates for the station and other points in the project.

Staz.	Punto	C.p.	H	Dx	Dy	Dz	Nota	Dop	C.
1	CS_339	1000	0.000	6670.932	-2143.199	-6968.704	BASE	2	
2		2000	0.000	-6459.073	30704.012	-2183.513	BASE	2	
3		5000							
4		6000							
5		8000							
6		11000							
7		CS_1							
8		CS_123							
9		IGM_174902							
10		IGM_186144							
11		VTR_434497							
12		VTR_450168							

Punto	C.p.	Est	Sqm E	Nord	Sqm N	Quota Z	Sqm Z	Longit.	Latitud.
1	CS_339	3839.830	0.000	-2478.567	0.000	132.721	0.000	15.066828	40.926128
2	CS_1	4328.296	0.000	-3061.773	0.000	132.891	0.000	15.058170	40.924181
3	CS_123	4087.545	0.000	-2272.941	0.000	88.956	0.000	15.067898	40.923345
4	IGM_174902	-15540.412	0.000	18279.855	0.000	415.788	0.000	15.384821	41.011455

Figura 194 - L'imposizione delle coordinate e del disorientamento di un rilievo GPS.

Coordinate calcolate da altre procedure

Al paragrafo precedente abbiamo visto come Geocat permetta di attribuire le coordinate e la correzione azimutale ad una o più stazioni tramite la finestra dei dati stazione. Tuttavia in quel caso si tratta di conoscere a priori i valori da imporre per restituire il rilievo nel sistema di riferimento desiderato. Questa è sicuramente un'esigenza che può emergere negli incarichi di cui ci occupiamo, specialmente quando gli stessi prevedono il confronto con altri tecnici. Ma ciò che succede molto più frequentemente è che la trasformazione del rilievo, da locale ad un preciso sistema di riferimento, deve essere svolta già nell'ambito dell'incarico stesso, indipendentemente da possibili confronti con terzi. Il caso classico di questa necessità sono le riconfinazioni da mappa, nelle quali si deve sovrapporre il rilievo alla cartografia per ricavare gli estremi al tracciamento del confine. Un altro caso si verifica nelle poligonali qualora ne venga richiesta la restituzione nel sistema di riferimento dei trigonometrici ai quali vengono appoggiate. Geocat permette di risolvere tutte queste situazioni con apposite procedure interne al programma che determinano autonomamente gli elementi per la trasformazione del rilievo nel sistema di riferimento richiesto. Alla sezione 5.7 *Poligonali* a pag. 222 abbiamo già visto come calcolare le coordinate assolute grazie alle aperture e artifici di Geocat di cui al paragrafo 5.4 *Aperture e Artifici* a pag. 120. Alla sezione 5.15 *Riconfinazioni*, paragrafi 5.15.1 *Rototraslazione ai minimi quadrati* a pag. 415 e 5.15.2 *Apertura a terra multipla* a pag. 431, vedremo invece come portare il rilievo nel sistema di riferimento cartografico applicando le due procedure previste dalla letteratura tecnica in materia: la rototraslazione ai minimi quadrati e l'apertura a terra multipla. In tutti questi casi la trasformazione dal sistema locale del rilievo al sistema cartografico viene eseguita direttamente da Geocat applicando gli opportuni algoritmi topografici. A valle di queste elaborazioni, è il programma stesso che impone alle stazioni del rilievo le coordinate cartografiche e la correzione di orientamento risultanti⁴⁸. La Figura 195 riproduce un rilievo misto GPS + TS portato in coordinate cartografiche grazie alla rototraslazione ai minimi quadrati. Come si può notare, sia la base GPS che le stazioni TS presentano le coordinate e la correzione angolare calcolate da Geocat che, per la stazione TS, ha aggiunto all'opzione *Mantieni fisse queste coordinate...* l'indicazione *rototraslazione con variazione di scala*.

48 Come vedremo ai paragrafi citati, il tutto avviene con il completo controllo da parte del tecnico sugli scarti dei punti di inquadramento e con la facoltà di applicare la variazione di scala per adattare la mappa alla realtà dei luoghi.

The screenshot displays three windows from a surveying software interface:

- Libretto di campagna ROTOTR_AGU.DB:1**: A table listing survey points. The first row (Staz. 1, Punto 100) is highlighted with a red box. The columns include Staz., Punto, C.p., H. pr., Ang. az., Dist. i., Ang. zt., C., and Nota.
- Stazione 100**: A form for station data. The 'Est' (1588.971) and 'Nord' (812.517) coordinates are highlighted with a red box. The 'Correzione' (0.0966) is also highlighted. A checkbox labeled 'Mantieni fisse queste coordinate e correzione angolare' is checked, with the text 'rototraslazione con variazione di scala' next to it.
- GPS Baseline ROTOTR_AGU.DB:2**: A table listing GPS baselines. The first row (Staz. 1, Punto 1000) is highlighted with a red box. The columns include Staz., Punto, C.p., H, Dx, Dy, Dz, Nota, Dop, and C.

Red arrows point from the highlighted '100' in the first window to the 'Est' and 'Nord' fields in the second window, and from the highlighted '1000' in the third window to the 'topografiche' coordinate fields in the 'Stazione GPS' window below it.

Figura 195 - Esempio di rilievo misto GPS + TS rototraslato sul sistema mappa: sia la base GPS che le stazioni TS sono state ricalcolate in coordinate cartografiche dalla rototraslazione ai minimi quadrati. Da notare l'indicazione "rototraslazione con variazione di scala" che segue l'opzione "Mantieni fisse queste coordinate".

5.11.5 *Calcolo locale e catastale*

Per chi svolge incarichi catastali è importante che il rilievo sia restituito, oltre che in coordinate locali, anche nel sistema cartografico del Catasto, così da poter fare tutte le opportune considerazioni in merito alla presentazione all'Agenzia dell'atto conseguente. Naturalmente le due restituzioni, locale e catastale, in genere differiscono tra loro, nel senso che il calcolo locale riproduce esattamente lo stato dei luoghi, mentre quello catastale risente delle compensazioni dovute all'inquadramento cartografico che l'Agenzia deve necessariamente adottare per riportare l'oggetto del rilievo nella propria cartografia nazionale. Per avere un'idea di tale differenziazione, si consulti il paragrafo 5.11.3 *Calcolo rilievi GPS* al punto *L'inquadramento cartografico del Catasto* a pag. 315. Geocat esegue entrambi i calcoli in modo che il tecnico possa utilizzarli alternativamente a seconda delle esigenze richieste dall'incarico ricevuto. Il calcolo locale è quello che io definisco "calcolo topografico puro" per far capire che riflette la reale geometria dei punti rilevati senza nessun "adattamento", nemmeno quello dovuto alla riduzione delle distanze al livello medio del mare (se si disattiva la relativa opzione del menù *Configurazione | Calcoli*). Si tratta quindi di un risultato che permette di avere sotto controllo l'esatta realtà di quanto rilevato con la sola approssimazione delle imperfezioni del rilievo (in genere irrilevanti se si è consci di aver operato correttamente durante le rilevazioni in campagna). Il calcolo catastale, come detto, produce invece un risultato "cartografico", sicuramente utile e necessario per gli oneri derivanti dalla normativa catastale, ma che diverge per quanto poco dalla realtà. La possibilità di ottenere entrambe le situazioni dà quindi all'utente Geocat la facoltà di operare nella maniera più opportuna a seconda degli elaborati da produrre.

Come accennato al paragrafo 5.3.2 *Calcoli* a pag. 102, inoltre, per i rilievi TS Geocat sfrutta il calcolo catastale anche per calcolare le coordinate geografiche (longitudine e latitudine) dei punti rilevati. A differenza dei rilievi GPS, infatti, un rilievo TS non è di per sé collocabile nella sua posizione geografica (potrebbe essere in qualsiasi luogo), ma lo diventa proprio grazie al calcolo catastale (aggancio ai PF). Questa è un'opportunità non da poco perché permette di ottenere prestazioni che altrimenti sarebbero precluse. Si pensi solo alla sovrapposizione del rilievo su Google Earth o sulla stessa cartografia catastale vista alla sezione 4 *Il sito TopGeometri*, paragrafo, paragrafo 4.1.1 *Le mappe d'impianto sopra la cartografia catastale* a pag. 37. Nei paragrafi che seguono è spiegata l'operatività per eseguire il calcolo locale e quello catastale dei rilievi di Geocat.

Download dei PF da www.topgeometri.it

Come sopra accennato, il calcolo catastale viene utilizzato da Geocat sia per restituire il rilievo in coordinate catastali, sia per calcolare longitudine e latitudine dei rilievi TS. Infatti, anche se si attiva l'opzione *Calcolo locale* del menù contestuale in un rilievo solo TS, il programma pone la richiesta 1 di Figura 196. Così come, se si attiva invece il *Calcolo catastale* di un rilievo GPS (che include già longitudine e latitudine), Geocat mostra la richiesta 2.

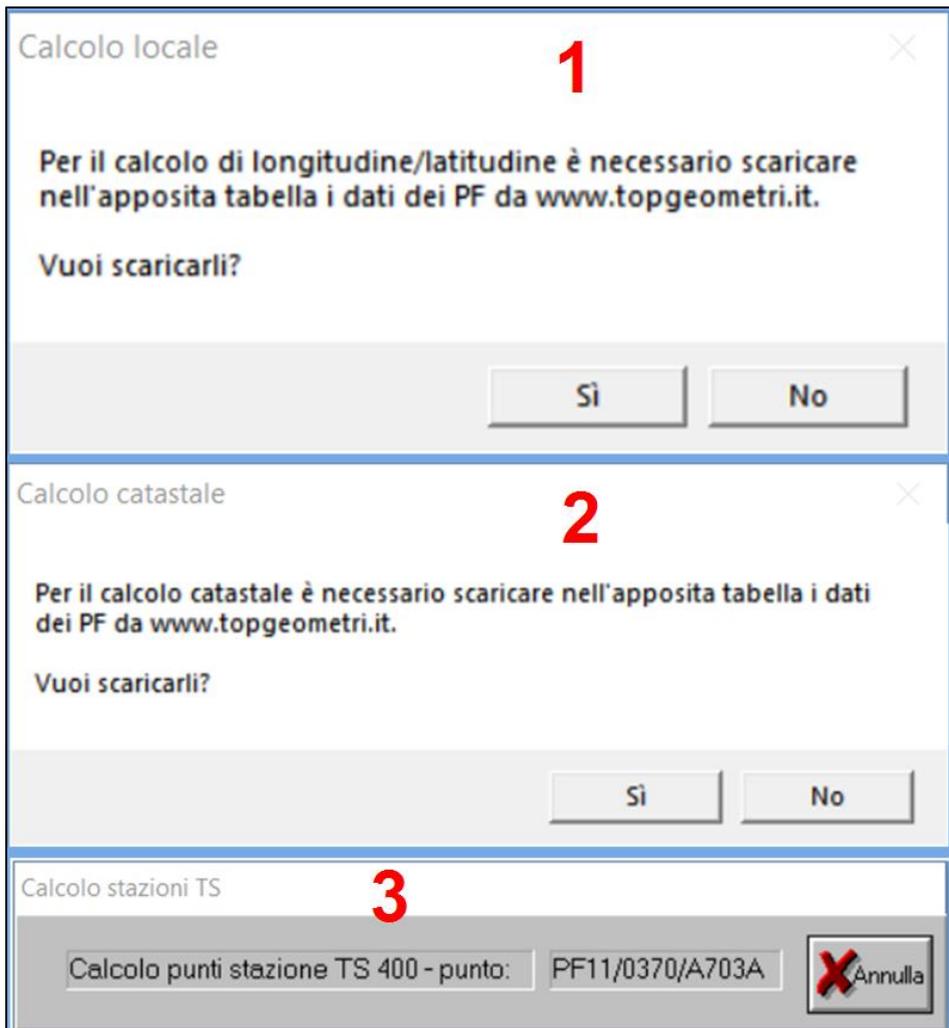


Figura 196 - Le richieste e l'indicazione di Geocat per il download dei PF.

Rispondendo affermativamente, Geocat svolge una ricerca preliminare degli eventuali punti fiduciali presenti nel rilievo. L'individuazione avviene tra tutti i punti il cui nome inizia con "PF" e verificando se i successivi caratteri identificano correttamente un punto fiduciale, il tutto come spiegato in dettaglio al paragrafo 5.5.1 *Creare un nuovo rilievo TS*, sotto-paragrafo *Inserimento PF* a pag. 134. Se la ricerca ha successo, Geocat scarica i dati dei PF dal sito www.topgeometri.it (dove sono costantemente aggiornati), mostrando man mano il PF in corso di download mediante la mascherina riprodotta in Figura 196 (in basso). Si faccia tuttavia attenzione che il download avviene solamente se al menù *Configurazione | Calcoli* si è selezionata l'opzione *Importa in automatico i PF da www.topgeometri.it*, altrimenti il programma ignora completamente i PF. Si veda a questo proposito il paragrafo 5.3.2 *Calcoli* a pag. 102.

Qualora il nome di un PF non risulti corretto (secondo la sintassi catastale), Geocat emette il messaggio 1 di Figura 197 che invita a verificarlo anche in funzione del codice Comune e del numero del Foglio inseriti nei dati del Lavoro (vedi paragrafo 5.3.4 *Lavori* a pag. 108). Lo stesso messaggio chiede anche se si vuole abortire l'import da quel momento in avanti. Potrebbe essere, infatti, che nel rilievo si siano inseriti i nomi incompleti dei PF, come ad esempio *PF01*, *PF02*, ecc., solo a scopo mnemonico (per riconoscerli) ma che in realtà non si sia interessati né alle coordinate geografiche né al calcolo catastale. Rispondendo quindi *Sì* alla richiesta, il download dei PF viene non solo interrotto ma anche disattivato per tutti i successivi calcoli. In pratica, questa risposta corrisponde all'azione di deselezionare l'opzione *Importa in automatico i PF da www.topgeometri.it* del menù *Configurazione | Calcoli*. Pertanto, come recita l'avviso, per tornare successivamente ad attivare il download, si dovrà risSelectedarla.

Nel caso in cui, invece, il nome è corretto ma il PF non viene trovato nel database di www.topgeometri.it, viene emesso il messaggio 2 di Figura 197 che segnala il problema e indica il percorso e il nome del file di testo nel quale Geocat riporta l'elenco dei PF non trovati per una successiva consultazione. Rispondendo *Sì* alla richiesta *Vuoi aprire il file con l'elenco dei PF non scaricati?*, l'elenco viene visualizzato (al termine del download) su un'apposita finestra a video (3 di Figura 197). Nel caso ci si accerti che uno o più dei PF segnalati è effettivamente mancante in www.topgeometri.it, il messaggio suggerisce di segnalare il fatto sul forum di www.topgeometri.it alla sezione *Visualizzatore Cartografia Catastale* dove verrà letto dagli sviluppatori del sito, i quali provvederanno a porvi rimedio.

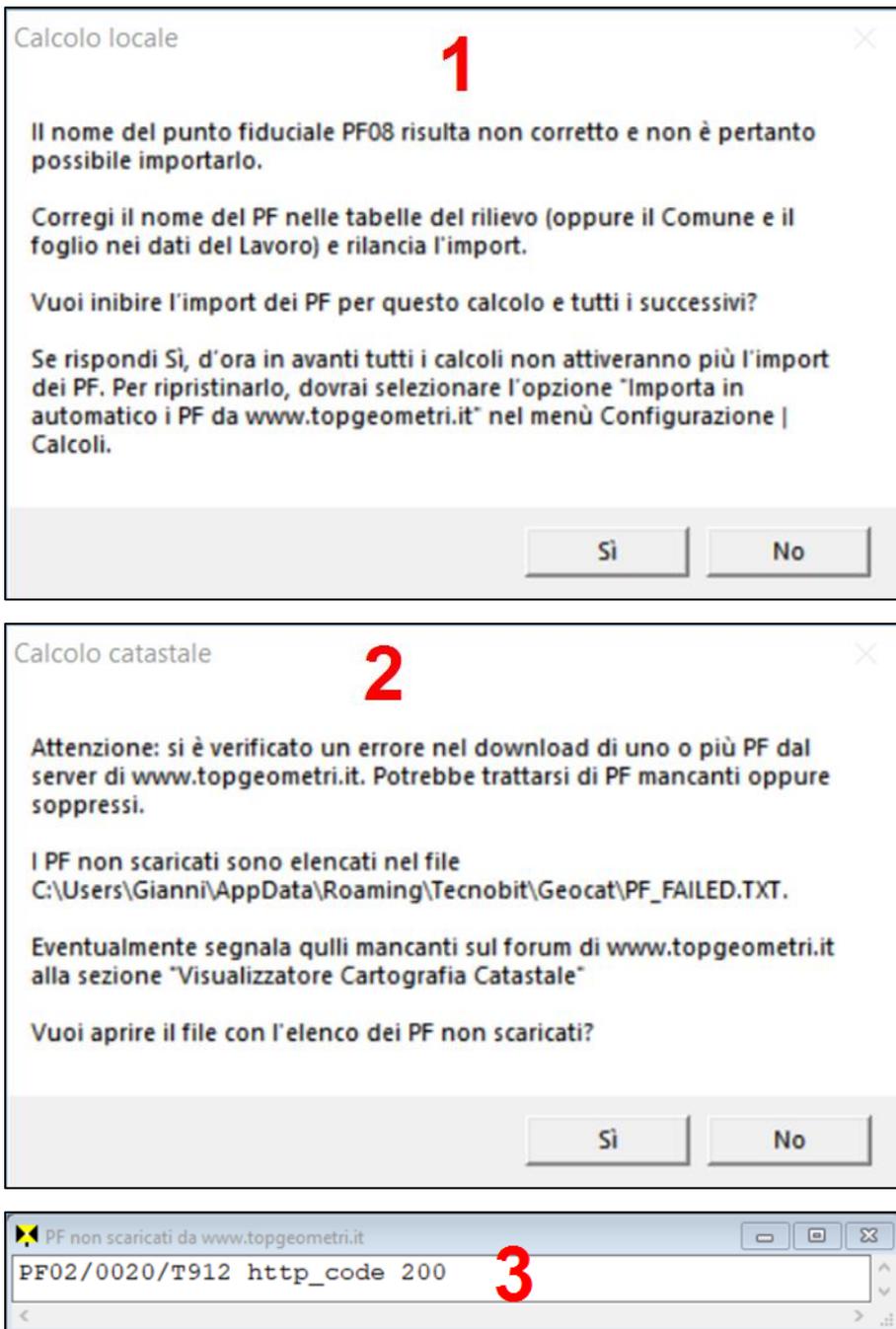


Figura 197 - I messaggi di avvertimento di Geocat per i PF dal nome errato (sopra) oppure non presenti sul sito www.topgeometri.it (sotto).

Al termine del download si apre la tabella di Figura 198 in alto (troncata sulla destra per motivi di spazio) contenente i dati di tutti i PF scaricati che Geocat utilizzerà per il calcolo catastale e/o per quello delle coordinate geografiche (longitudine e latitudine) dei punti rilevati. A questo punto sono da puntualizzare le seguenti impostazioni:

1. Il download dei PF avviene soltanto all'atto del primo calcolo, cioè quando non sono ancora stati scaricati. Durante le elaborazioni successive, infatti, Geocat utilizzerà i PF già salvati senza ricaricarli nuovamente.
2. La tabella dei PF scaricati si può aprire direttamente dalle tabelle del rilievo (sia TS che GPS) mediante il comando *Importa PF da TopGeometri* come mostrato in Figura 198 (in basso).
3. Dalla tabella dei PF, i punti fiduciali possono essere scaricati (o ricaricati) anche al di fuori del calcolo. Per farlo basta attivare, dalla tabella stessa, il comando *Importa PF da TopGeometri* come evidenziato in Figura 198 (in alto). Questa modalità va adottata nel caso in cui si desideri aggiornare i PF a seguito di modifiche o integrazioni al rilievo.

Importa PF da TopGeometri

Nome	Com.	S.	Fog.	A.	PF	Est	Nord	Part.	Descrizione	At.
PF16/0010/A703A	A703	A	1		16	-338.654	1072.438	8	PARAFULMINE CAMPANILE	50
PF15/0010/A703A	A703	A	1		15	-368.843	250.113	231	SPIGOLO NORD-OVEST FABBRICATO	50
PF06/0100/A703A	A703	A	10		6	581.680	-1209.600	37	CA REZZONICO	3
PF11/0370/A703A	A703	A	37		11	-3460.500	1259.600	227	SPIGOLO SUD-OVEST FABBRICATO	10

Libretto di campagna TF_SAN_MICHELE.DB

Staz.	Punto	C.p.	H. pr.	Ang. az.	Dist.i.	Ang. zt.	C.	Nota
1	100	PF16	5.000	154.0301	36.661	86.2727		pilastrino in cls - quota
2		PF15	1.450	357.8914	217.247	108.3334		spigolo sud fabbricato
3		PF06	2.250	299.9428	266.861	107.9002		spigolo S-E fabbricato
4		200	1.450	363.7600	146.929	113.8146		chiodo
5	200	100	1.450	171.6295	146.885	86.2730		paletto in ferro

Figura 198 - Sopra, la tabella dei PF scaricati da www.topgeometri.it. Sotto, il comando "Importa PF da TopGeometri" attivabile dalle tabelle del rilievo.

Calcolo e disegno in coordinate locali e catastali

Il calcolo locale o catastale del rilievo corrente si attiva dalla corrispondente opzione del menù contestuale di Geocat (clic destro) riprodotto in Figura 27 a pag. 77. Quello catastale avviene in funzione dei PF scaricati da www.topgeometri.it come abbiamo visto al paragrafo precedente. I risultati delle due elaborazioni sono riportati nelle tabelle di Figura 199 che mostra come in quella del calcolo catastale, le colonne Est/Nord siano colorate con sfondo ocra proprio perché balzi all'occhio che si tratta dei valori catastali e non locali.

	Punto	C.p.	Est	Sqm E	Nord	Sqm N	Quota Z	Sqm Z	Longit.	Latitud.
1	100		0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.001	11.693134	45.775590
2	200		-77.338	0.000	120.856	0.000	-31.567	0.000	11.691917	45.776560
3	300		-82.496	0.002	173.956	0.014	-29.510	0.030	11.691749	45.777026
4	400		-77.668	0.000	205.921	0.000	-28.710	0.000	11.691748	45.777317
5	PF11		-52.772	0.000	265.776	0.000	-26.417	0.000	11.691949	45.777883
6	PF06		-264.809	0.000	-0.238	0.000	-33.761	0.000	11.689769	45.775229
7	PF16		23.670	0.000	-26.874	0.000	4.359	0.000	11.693487	45.775383
8	PF15		-132.303	0.000	169.965	0.000	-28.288	0.000	11.691124	45.776923
9	211		-83.718	0.000	120.875	0.000	-31.677	0.000	11.691836	45.776552

	Punto	C.p.	Est	Sqm E	Nord	Sqm N	Quota Z	Sqm Z	Longit.	Latitud.
1	100		-3367.390	0.000	1000.861	0.000	-0.001	0.001	11.693134	45.775590
2	200		-3462.045	0.000	1108.694	0.000	-31.569	0.000	11.691917	45.776560
3	300		-3475.139	0.002	1160.412	0.014	-29.513	0.030	11.691749	45.777026
4	400		-3475.179	0.000	1192.740	0.000	-28.714	0.000	11.691748	45.777317
5	PF11		-3459.580	0.000	1255.661	0.000	-26.422	0.000	11.691949	45.777883
6	PF06		-3629.144	0.000	960.752	0.000	-33.766	0.000	11.689769	45.775229
7	PF16		-3339.943	0.000	977.858	0.000	4.359	0.000	11.693487	45.775383
8	PF15		-3523.777	0.000	1148.966	0.000	-28.292	0.000	11.691124	45.776923
9	211		-3468.355	0.000	1107.752	0.000	-31.679	0.000	11.691836	45.776552

Figura 199 - Le due tabelle dei risultati del calcolo, in alto quello locale, in basso quello catastale con le colonne Est e Nord evidenziate in color ocra.

Sempre per il calcolo catastale, Geocat riporta nel report di calcolo il dettaglio della rototraslazione che ha prodotto i risultati in funzione dei PF. Per il rilievo di esempio di Figura 199 (file *TF_SAN_MICHELE.DB* del lavoro *LIBRO_2*) la sezione dedicata a questa elaborazione è quella riprodotta qui si seguito. Per la spiegazione del report di calcolo di Geocat si consulti il paragrafo *Risultati e report del calcolo* a pag. 285.

 TRASFORMAZIONE NEL SISTEMA DI RIFERIMENTO DEI PF

Rotazione = 9.6226
 Deformazione = 0.9988854
 Comune A703 Sezione A
 Foglio 37

PF	Est loc.	Est taf	Scarto	Est rot.	Nord loc.	Nord taf	Scarto	Nord rot.
PF16	23.670	-3343.635	3.527	-3339.943	-26.874	974.597	3.381	977.858
PF15	-132.303	-3523.533	-0.205	-3523.777	169.965	1148.839	0.057	1148.966
PF06	-264.809	-3624.776	-4.210	-3629.144	-0.238	960.201	0.691	960.752
PF11	-52.772	-3460.500	0.888	-3459.580	265.776	1259.600	-4.129	1255.661

Come si può notare dal report qui sopra, in questo caso i PF (coordinate TAF) presentano scarti molto elevati, anche di 3 e 4 metri, rispetto al rilievo. Naturalmente questi valori abnormi possono essere frutto di un caso anomalo che non rispecchia la totalità dei lavori catastali. Tuttavia dimostra, anche se i valori fossero più contenuti, che la restituzione catastale, soggetta all'inquadramento sui PF, operi una compensazione che altera di fatto la reale geometria dell'oggetto rilevato. Mi preme sottolineare questo aspetto per ribadire l'importanza del doppio calcolo, locale e catastale, prodotto da Geocat, dal quale il tecnico può ottenere entrambe le restituzioni per farne di ciascuna l'uso più appropriato.

Il disegno CAD del rilievo si genera dalla corrispondente opzione del menù contestuale di Geocat evidenziata in Figura 202 a pag. 340. A differenza delle due opzioni di calcolo (*Locale* e *Catastale*), questa scelta è unica, tuttavia permette di ottenere il disegno alternativamente in coordinate locali oppure catastali in base a queste indicazioni:

- Se si attiva il comando *Disegno CAD* dal menù contestuale senza aver prima elaborato il calcolo del rilievo, il disegno viene generato sempre in coordinate locali.
- Se il comando viene attivato dopo che si è elaborato il calcolo locale, il disegno viene ovviamente ancora generato in coordinate locali.
- Se invece viene attivato dopo che si è elaborato il calcolo catastale, il disegno viene generato in coordinate catastali.

Si faccia quindi attenzione al fatto che il nome assegnato da Geocat al DXF è sempre lo stesso (nome del rilievo con estensione DXF anziché DB), sia che il disegno venga generato in coordinate locali o in coordinate catastali. Nel caso si producano entrambe le versioni, si dovrà pertanto salvarle dal CAD con un nome diverso in modo da non sovrascriverle.

Triangoli fiduciali nel disegno CAD e su Google Earth

Nei lavori catastali è obbligatorio includere l'oggetto del rilievo all'interno della "maglia fiduciale", vale a dire l'area composta da uno o più triangoli formati dai PF. Naturalmente la geometria di tali triangoli dipende da come si uniscono i PF stessi (tranne il raro caso in cui è sufficiente un solo triangolo). Questa operazione spetta ovviamente al tecnico che la può svolgere nella maniera più opportuna in modo da rientrare nei vincoli posti dalla normativa catastale anche nel caso in cui parte del rilievo fuoriesca dalla maglia ma rimanga entro i limiti imposti. Geocat viene tuttavia in aiuto all'utente generando automaticamente i triangoli fiduciali durante il calcolo del rilievo, grazie ad un algoritmo che crea gli angoli meno acuti possibile⁴⁹. Come mostrato dalla Figura 200, il disegno CAD riporta infatti la maglia dei triangoli fiduciali (nel layer *CONG_FP*).

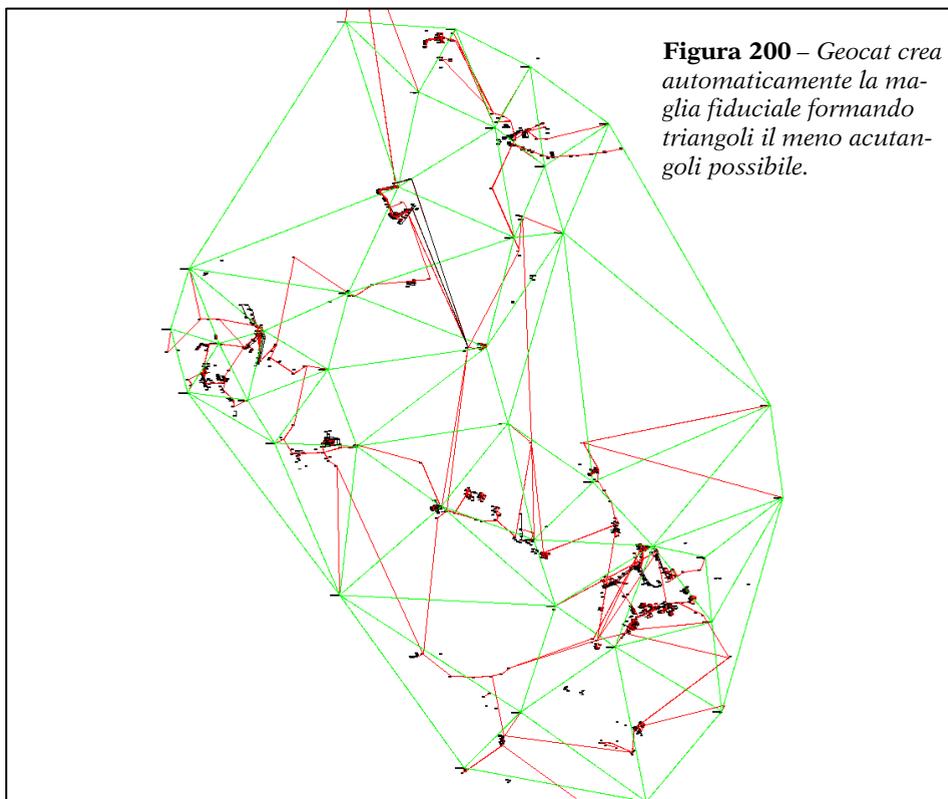


Figura 200 – Geocat crea automaticamente la maglia fiduciale formando triangoli il meno acuti possibile.

49 Per gli utenti di CorrMap: è lo stesso algoritmo della georeferenziazione Trilaterale.

