



Manuale della misurazione ufficiale nel Cantone dei Grigioni

AVGR 400.111

Misurazione senza tensione nei Grigioni Presupposti per la trasformazione

Versione: 1.1

4 giugno 2024

Inhaltsverzeichnis

Cronologia delle modifiche.....	ii
1 Situazione iniziale	1
2 Convenzione di denominazione del file DAT	1
3 Metodo di trasformazione Fineltra	1
3.1 Indicazione delle fonti	1
3.2 Informazioni generali	1
3.3 Il modello matematico	2
3.4 La soluzione numerica	3
3.5 Caratteristiche principali della trasformazione	5
4 Il file della magliatura triangolare (file DAT)	5
4.1 1 ^a parte: definizione delle magliature triangolari	5
4.2 2 ^a parte: coordinate di partenza.....	6
4.3 3 ^a parte: coordinate di destinazione.....	7

Cronologia delle modifiche

Ver- sione	Data	Modifiche	FI
1.0	14.07.2021	Prima stesura (Versione tedesca)	mk
1.1	06.06.2024	Versione italiana	

1 Situazione iniziale

Il presente documento completa il [piano per correzioni locali dei dati della Misurazione \(AVGR 200.111\)](#). (4. giugno 2024 disponibile solo in tedesco «Konzept für lokale Entzerrungen der Daten der amtlichen Vermessung».)

Per usare la soluzione cantonale esistente, impiegata in occasione del cambiamento del quadro di riferimento da MN03 a MN95, sono necessari alcuni adeguamenti.

Il processo avvenuto a suo tempo per il cambiamento del quadro di riferimento, durante il quale un FileGDB è stato sottoposto a una trasformazione FINELTRA da MN03 a MN95 con il software FME, deve ora essere ampliato e permettere correzioni di dati MN95 con tensioni locali secondo MN95 (corretti) per ogni comune.

Affinché il produttore del software possa adeguare il processo, l'Ufficio per l'agricoltura e la geoinformazione (UAG) prescrive solo l'input con file con magliatura triangolare (file DAT) e la denominazione (convenzione di denominazione) di questi file.

2 Convenzione di denominazione del file DAT

La convenzione di denominazione del file DAT prevede quattro parametri ed è intesa a fornire informazioni relative a luogo, momento (data della misurazione) della magliatura triangolare e a chi ha svolto la misurazione. Se le misurazioni sono distribuite su più mesi, occorre scegliere una data a metà del periodo di misurazione. Ogni file DAT deve iniziare con il numero UST, seguito dalla data, da un acronimo predefinito della persona addetta e da una o più designazioni della regione. Non sono ammessi caratteri speciali né spazi.

I file DAT devono essere denominati in base alla struttura seguente:

- <BFS-Nr.> n. UST in base ai dati Interlis della Misurazione ufficiale (4 caratteri)
- <Datum> data della definizione della magliatura triangolare (8 caratteri)
- <Bürokürzel> le prime tre lettere della ditta (3 caratteri)
- <Gebietsbezeichnung> ad es. nome del comune, frazione, luogo (max. 40 caratteri)

Bsp:

<BFS-Nr.>_<Datum>_<Firma>_<Gebietsbezeichnung>.dat

3901_20210515_CHU_Maladers.dat

3 Metodo di trasformazione Fineltra

3.1 Indicazione delle fonti

Il capitolo 3 e quelli successivi sono tratti dal manuale GeoSuite di swisstopo (disponibile solo in tedesco e francese) e hanno subito adeguamenti di poco conto per rispondere alle condizioni cantonali (cap. 4.1).

3.2 Informazioni generali

Per quasi tutti i lavori di misurazione la Svizzera usa un sistema di riferimento (CH1903) e un quadro di riferimento (MN03) che si basano sui fondamenti centenari della misurazione nazionale.

Di conseguenza il quadro di riferimento MN03 presenta grandi distorsioni (più di un metro). Oggi per la misurazione nazionale i metodi satellitari moderni permettono di usare un nuovo quadro di riferimento (MN95) di gran lunga più preciso, con distorsioni solo nell'ordine di un 1 cm.

Per questioni organizzative il nuovo sistema di riferimento non può tuttavia essere introdotto da un giorno all'altro nella Misurazione ufficiale. Per questo motivo per il periodo di transizione sono necessari degli strumenti matematici per usare parallelamente MN03 e MN95 e convertirli nei rispettivi formati.

Il programma FINELTRA, sviluppato presso l'IGP dell'ETH di Zurigo su incarico dell'Ufficio federale di topografia, è uno di questi strumenti. Nel programma è integrata la trasformazione affine (lineare) con elementi finiti.

L'idea di base è suddividere la Svizzera in elementi triangolari. I nodi sono di regola i punti per cui sono disponibili sia coordinate MN03, sia MN95.

Per ogni triangolo viene stabilita una trasformazione lineare in modo tale che gli angoli noti in entrambi i sistemi di coordinate vengano indicati esattamente uno sopra l'altro.

L'affinità così determinata viene usata per tutti i punti del triangolo (all'interno e al bordo).

Il programma permette un miglioramento locale graduale della trasformazione attraverso la densificazione dei punti di sostegno per la trasformazione dove il nuovo sistema nazionale viene addensato attraverso nuove misurazioni geodetiche.

Le quote dei punti trasformati con FINELTRA rimangono invariate.

3.3 Il modello matematico

L'idea di base di FINELTRA è suddividere l'intero territorio nazionale in superfici con elementi triangolari (finiti) all'interno dei quali possono avvenire trasformazioni affini di coordinate. Occorre evitare sovrapposizioni di triangoli e lacune.

Nella prima versione questa rete di triangoli viene definita dai punti di triangolazione di 1 e 2° livello integrati nella compensazione diagnostica della triangolazione nazionale. Per questi punti esistono le coordinate ufficiali MN03 e MN95 da misurazioni di collegamento ai punti principali MN95. Per questa ragione possono servire da punti d'appoggio per la trasformazione delle coordinate. Alla definizione della rete di triangoli deve essere prestata particolare attenzione. Occorre garantire che con la trasformazione i punti di triangolazione di livello inferiore (3 e 4), i punti della Misurazione ufficiale e tutti gli altri punti di dettaglio vengano influenzati solo da quei punti d'appoggio (1 e 2 livello) con cui erano collegati mediante misurazioni. Essi hanno costituito anche la base diretta o indiretta per il calcolo delle coordinate nel sistema nazionale in vigore oggi.

Affinché i triangoli coprano l'intero territorio della Svizzera e del Principato del Liechtenstein, in parte è stato necessario prevedere punti di sostegno per la trasformazione situati nei Paesi confinanti e calcolati in modo artificiale. Nella MN03 e nella MN95 le loro coordinate sono state calcolate estrapolando le distorsioni dai «veri» punti di sostegno per la trasformazione.

Per aumentare ulteriormente la precisione della trasformazione, in futuro la maglia triangolare esistente dovrà essere addensata con punti di sostegno supplementari nella maggior parte del territorio della Svizzera.

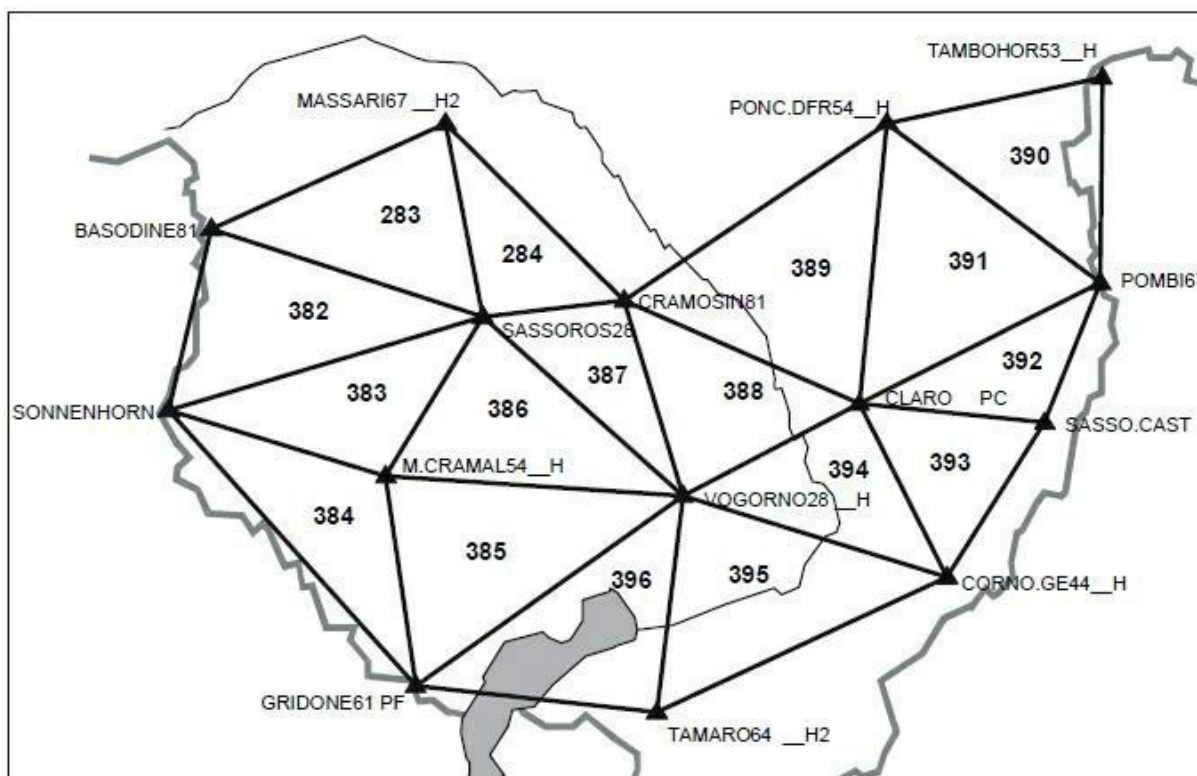


Fig. 1: Esempio di una magliatura triangolare per la Svizzera meridionale.

La trasformazione delle coordinate avviene punto per punto. Per ogni punto che deve essere convertito occorre dapprima accertare in quale triangolo della magliatura si trova.

Le coordinate trasformate nel sistema di destinazione (Y' e X') vengono calcolate come funzione lineare delle coordinate nel sistema di partenza (Y e X):

$$X' = a_0 + a_1 X + a_2 Y$$

$$Y' = b_0 + b_1 X + b_2 Y$$

Questa trasformazione lineare generale è la nota «trasformazione affine». I sei parametri (a₀, a₁, a₂, b₀, b₁ e b₂) vengono determinati in base alle coordinate dei punti d'appoggio per ogni triangolo della magliatura.

3.4 La soluzione numerica

Il programma sceglie un punto dal file di input e in base alla procedura descritta di seguito verifica se si trova all'interno di un determinato triangolo della magliatura. Insieme ai punti di triangolazione T₁, T₂, T₃, il punto «T» attuale crea tre nuovi triangoli per i quali viene calcolata una superficie P:

Surface P du triangle (T₁, T₂,T₃) :

$$P = 0.5 [X_1(Y_2 - Y_3) + X_2(Y_3 - Y_1) + X_3(Y_1 - Y_2)]$$

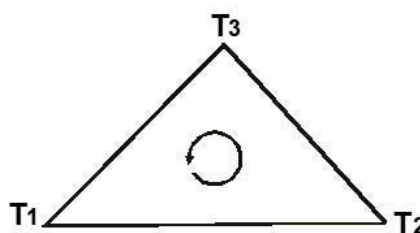


Fig. 2: Senso di rotazione positivo

Per il calcolo della superficie è determinante il senso di rotazione. Se il senso di rotazione è positivo (antiorario, vedi fig. 2) si ottiene una superficie positiva. La scelta del primo punto è indifferente; è per contro importante scegliere il secondo punto in modo corretto.

È possibile distinguere i casi seguenti:

A) Il punto T si trova al di fuori del triangolo della magliatura:

La conseguenza è che almeno una delle tre superfici parziali P1 (T,T2,T3), P2 (T1,T,T3) o P3 (T1,T2,T) sarà negativa. In questo caso il programma passa al prossimo triangolo.

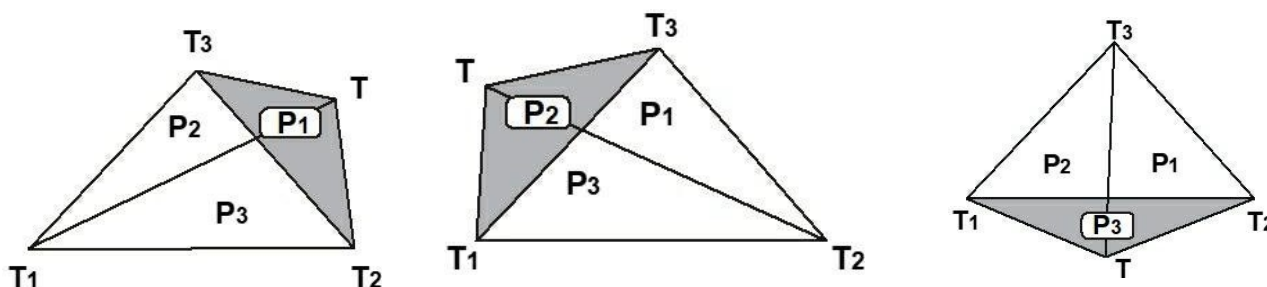


Fig. 3: Punto al di fuori del triangolo della magliatura

B) Il punto T si trova all'interno del triangolo della magliatura:

In questo caso tutte le tre superfici parziali sono positive e il triangolo cercato per l'interpolazione è quindi stato trovato. Un triangolo è considerato trovato anche se 1 (spigolo) o 2 (angolo) superfici parziali sono pari a zero e quelle rimanenti sono positive.

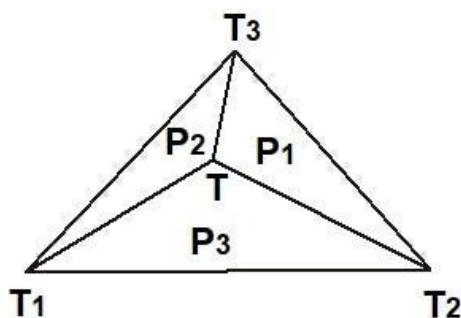


Fig. 4: Punto all'interno del triangolo della magliatura

I miglioramenti dell'interpolazione (DY e DX) in questo caso vengono calcolati in base alla formula seguente:

$$DY = \frac{v_{y1}P_1 + v_{y2}P_2 + v_{y3}P_3}{P_1 + P_2 + P_3} \quad \text{mit} \quad v_{yi} = Y_i - Y_i$$

$$DX = \frac{v_{x1}P_1 + v_{x2}P_2 + v_{x3}P_3}{P_1 + P_2 + P_3} \quad \text{mit} \quad v_{xi} = X_i - X_i$$

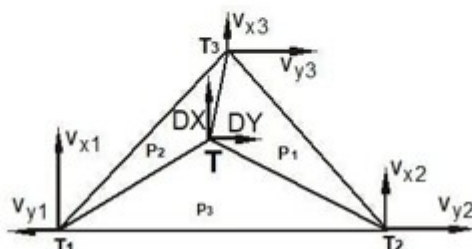


Fig. 5: Calcolo dei miglioramenti delle coordinate

Il punto d'appoggio che si trova di fronte alla superficie triangolare più ampia ha l'influsso più importante sull'entità dei miglioramenti delle coordinate.

Le coordinate trasformate in modo definitivo vengono determinate in base alla formula seguente:

$$Y' = Y + DY$$

$$X' = X + DX$$

3.5 Caratteristiche principali della trasformazione

- La trasformazione è univoca e reversibile, in caso di ritrasformazioni si otterranno dunque sempre coordinate identiche.
- La trasformazione dei punti d'appoggio fornisce proprio le coordinate di destinazione note.
- I punti intermedi vengono trasformati in modo omogeneo e senza ipercorrezioni.
- Una concentrazione dei punti d'appoggio in un triangolo non influisce sugli altri triangoli. Di conseguenza è possibile un miglioramento graduale.
- Il calcolo è meno oneroso e può essere svolto da tutta l'utenza.
- La trasformazione attraverso elementi finiti può essere combinata con ogni altra trasformazione precedente più complessa.

4 Il file della magliatura triangolare (file DAT)

Il file della magliatura triangolare creato vale per l'intero territorio nazionale e può essere modificato solo con l'approvazione degli uffici responsabili. Modifiche locali possono essere effettuate nella definizione del triangolo o modificando le coordinate dei punti d'appoggio. L'utenza deve essere informata in merito ed ev. devono essere messi a disposizione i file aggiornati della magliatura triangolare (principio dell'amministrazione centrale).

Il file della magliatura triangolare comprende 3 parti: 1. le definizioni della triangolatura, 2. le coordinate di partenza (ad es. MN03) e 3. le coordinate di destinazione (ad es. MN95). Le singole parti devono essere separate ogni volta da una riga che inizia con «-999».

4.1 1ª parte: definizione delle magliature triangolari

Dopo 3 righe di titolo vi è la definizione della magliatura triangolare (requisito fisso).

La parte della magliatura triangolare in origine aveva un formato fisso che non risponde più alle esigenze odierne. Per usare questi dati è sufficiente leggere i dati separati da uno spazio.

Pos.	Char.-Pos	Tipo	Significato	Osservazioni
1	1 - 8	testo	numero del triangolo	n. UST + numerazione progressiva
2	11 - 21	testo	nome 1 punto del triangolo	punto qualsiasi del triangolo
3	23 - 36	testo	nome 2 punto del triangolo	in senso antiorario
4	38 - 51	testo	nome 3 punto del triangolo	in senso antiorario
5	53 - 56	numero intero	anno della definizione	anno di introduzione del triangolo
6	58 - 61	numero intero	anno dell'eliminazione	anno di abrogazione del triangolo
7	63 - 67	numero intero	codice di controllo	al momento senza significato

Nota: il numero di caratteri per il primo campo (pos. 1–8) è diverso rispetto alla definizione originaria di swisstopo (8 caratteri invece di 7).

L'inizio del secondo campo (1° punto del triangolo) inizia con la pos. 11 e non 9.


```
Gemeinde Chur (BFS-Nr. 3926), Ortschaft Maladers, den 13. April 2021
ARBEITSDATEI FUER DEI KOORDINATENTRANSFORMATION UEBER FINITE ELEMENTE
Dreiecksvermaschungsdefinition :
39260000 7557 44115 7352 2021
39260001 11960116 7545 42472 2021
39260002 7349 7269 42472 2021
39260003 11960111 7557 7352 2021
39260004 7349 7517 7269 2021
39260005 7363 7358 39220785 2021
39260006 11960115 7454 11960120 2021
39260007 7369 42928 7375 2021
39260008 39220819 7352 44115 2021
39260009 42927 11960107 7375 2021
39260010 39220765 42911 7363 2021
39260011 7358 7352 39220793 2021
39260012 7545 7349 42472 2021
39260013 7554 7516 7349 2021
39260014 11960115 41028 7454 2021
39260015 7349 7267 7517 2021
39260016 7373 7380 7364 2021
39260017 7349 7516 7267 2021
39260018 41952 11960111 7516 2021
39260019 39220959 7539 11960120 2021
39260020 44165 7380 7381 2021
```

4.2 2^a parte: coordinate di partenza

Dopo una riga di titolo che deve iniziare con «\$\$\$PK» seguono le coordinate dei punti del triangolo nel sistema di partenza. Di solito questa parte comprende le coordinate nella MN03. Le singole colonne hanno il significato seguente:

Pos.	Tipo	Significato	Osservazioni
1-14	testo	nome del punto	deve essere identico al nome della 1 ^a parte
16-27	numero reale	coordinata Y in [m]	est
28-39	numero reale	coordinata X in [m]	nord
41-44	numero intero	anno di introduzione	data a partire dalla quale valgono le coordinate
46-53	numero reale	quota	non usato in FINELTRA
63-67	numero intero	codice di controllo	al momento senza significato

```
39260661 44287 44177 44176 2021
39260662 43203 39260507 39260506 2021
39260663 44280 44199 11960109 2021
-999
$$$PK LV95-Ausgangs-Koordinaten
7265 2762988.581 1190121.886 1985
7267 2762685.613 1190684.034 1985
7268 2761958.851 1190745.087 1985
7269 2762219.628 1190756.473 1985
7292 2762555.438 1189250.22 1985
7306 2762503.828 1189332.22 1985
7314 2762128.448 1189367.877 1985
7323 2762320.296 1189431.976 1985
7331 2762805.612 1189524.696 1985
7336 2762173.693 1189557.101 1985
7337 2762552.772 1189553.993 1985
7340 2762151.662 1189628.809 1985
7341 2762712.65 1189648.111 1985
7342 2762403.569 1189694.867 1985
7344 2762142.902 1189741.561 1985
```

Un punto può figurare più volte sulla lista con coordinate diverse e anno di introduzione diverso.

4.3 3^a parte: coordinate di destinazione

Dopo una riga di titolo che deve iniziare con «\$\$PK» seguono le coordinate dei punti del triangolo nel sistema di destinazione. Di solito questa parte comprende le coordinate della MN95. Le singole colonne hanno lo stesso significato come nella 2a parte.

39220817	2763926.368	1190390.748	1985
39140162	2763153.577	1189161.306	1985
39220908	2763715.371	1189718.201	1985
-999			
\$\$PK LV95-Ziel-Koordinaten			
11960310	2761645.708	1189429.212	2020
11963180	2767444.143	1189494.237	2020
7314	2762128.448	1189367.877	2020
11758510	2759908.623	1194053.776	2020
7265	2762989.061	1190120.126	2020
7267	2762685.86	1190683.244	2020
7268	2761958.797	1190744.946	2020
7269	2762219.572	1190756.355	2020
7292	2762555.537	1189249.863	2020
7306	2762503.993	1189332.001	2020
7323	2762320.378	1189431.802	2020
7331	2762805.76	1189524.461	2020
7336	2762173.686	1189556.998	2020
7337	2762552.9	1189553.745	2020
7340	2762151.691	1189628.686	2020

Il formato binario del file della magliatura triangolare

Il formato classico del file della magliatura triangolare descritto nei capitoli precedenti si rivela valido con il numero relativamente limitato di triangoli come definito oggi. È tuttavia emerso che se vi è un gran numero di triangoli l'assegnazione delle coordinate ai punti della triangolazione richiede un tempo di calcolo sproporzionato.

Per questo motivo a partire dalla versione 2002 di FINELTRA esiste una forma binaria del file della magliatura triangolare che riduce di molto il tempo di calcolo di una trasformazione. Questo file contiene in sostanza le stesse informazioni della forma classica del file e può essere generato con FINELTRA sulla base del file classico. Il formato binario ha inoltre il vantaggio di proteggere meglio il file da modifiche involontarie.