

Validazione del codice di calcolo

Informativa sull'affidabilità dei codici di calcolo D.M. 17-01-2018 paragrafo 10.2.

Sono stati forniti degli esempi di calcolo, in allegato a questo documento, al fine di verificare la validità delle procedure di calcolo ed effettuare le procedure di controllo con altri strumenti di calcolo.

I **software GeoStru** sono dotati di sistemi di controllo dei dati di input e di output molto sofisticati i quali sono in grado di rilevare errori gravi tali da non consentire le corrette elaborazioni.



PS Advanced

INDICE

| | |
|---|---|
| Validazione del codice di calcolo | 1 |
| Premessa..... | 3 |
| 1 – Individuazione dei campi di impiego del programma e descrizione delle basi teoriche . | 3 |
| 2 – Sperimentazione del programma attraverso l’ausilio di casi di prova completamente risolti e commentati..... | 3 |

Premessa

Alla luce di quanto prescritto dalla norma D.M. 14 gennaio 2018, al punto 10.2, il presente report di validazione vuole dimostrare la affidabilità del programma LoadCap. La norma sopra citata richiede esplicitamente che siano discussi i seguenti punti:

- Individuazione dei campi di impiego del programma;
- Descrizione delle basi teoriche;
- Sperimentazione del programma attraverso l'ausilio di casi di prova completamente risolti e commentati.

1 – Individuazione dei campi di impiego del programma e descrizione delle basi teoriche

Geostru PS Advanced è un software per il calcolo dei parametri sismici secondo le NTC 2018 e la CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7.

La parte innovativa e interessante di Geostru PS Advanced è l'integrazione con Google Maps, uno dei sistemi interattivi per la navigazione nelle mappe. Il sistema di coordinate di Google è WGS84 (World Geodetic System 1984).

Il sistema di coordinate del reticolo sismico di riferimento è ED50 (European Datum 1950). Geostru PS Advanced effettua la conversione automatica dal sistema WGS84 a quello in coordinate ellissoidiche ED50 tramite le formule di Molodenskij e di Gauss.

In Geostru PS Advanced, attraverso l'inserimento della latitudine e della longitudine, si individua la posizione del punto nel reticolo di riferimento, determinando le grandezze (a_g , F_0 , T_c^*) nei nodi e, successivamente tramite una interpolazione, i valori nel punto di interesse.

In Geostru PS Advanced, all'interpolazione secondo media ponderata, è stata aggiunta l'interpolazione bilineare (ovvero superficie rigata) per ridurre gli effetti della discontinuità tra le maglie (room effect).

2 – Sperimentazione del programma attraverso l'ausilio di casi di prova completamente risolti e commentati.

Vista l'importanza raggiunta da Geostru PS Advanced sul panorama nazionale, la validazione di questo strumento di calcolo risulta fondamentale.

Per validazione ci limiteremo a dimostrare che i risultati sono coincidenti con Spettri NTC 1.03 (rilasciato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici).

Il test di validazione comprende:

- a) Validazione parametri sismici;
- b) Validazione del sistema di conversione tra coordinate;

a) Validazione parametri sismici

Ai fini della validazione dei risultati di Geostru PS Advanced rispetto a Spettri NTC 1.03 abbiamo scelto un punto assolutamente casuale di coordinate ED50 (Long: 13.783330 Lat: 42.750000).

In Geostru PS Advanced abbiamo inserito le coordinate in ED50 evitando di fargli fare conversioni tra i sistemi di riferimento.

I calcoli dei parametri sismici nel punto inserito sono stati eseguiti in Geostru PS Advanced secondo due possibili opzioni: media ponderata e superficie rigata.

Confronto tra risultati


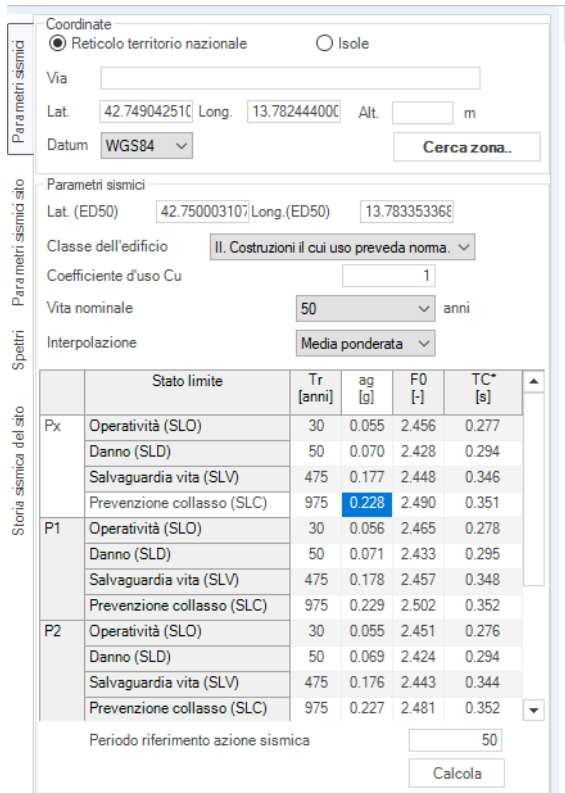
| Spettri NTC 1.03 | Gеоstru PS Adv – Media ponderata | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-------|-------|-------|----|-------|-------|-------|----|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--|--------------|--|-----------------|--------------|--------------|----------------|----|-------------------|----|-------|-------|-------|-------------|----|-------|-------|-------|-------------------------|-----|-------|-------|-------|----------------------------|-----|-------|-------|-------|----|-------------------|----|-------|-------|-------|-------------|----|-------|-------|-------|-------------------------|-----|-------|-------|-------|----------------------------|-----|-------|-------|-------|----|-------------------|----|-------|-------|-------|-------------|----|-------|-------|-------|-------------------------|-----|-------|-------|-------|----------------------------|-----|-------|-------|-------|
|  <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th>T_R [anni]</th> <th>a_g [g]</th> <th>F_0 [-]</th> <th>T_C^* [s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>30</td><td>0.055</td><td>2.456</td><td>0.277</td></tr> <tr><td>50</td><td>0.070</td><td>2.428</td><td>0.294</td></tr> <tr><td>72</td><td>0.082</td><td>2.429</td><td>0.307</td></tr> <tr><td>101</td><td>0.095</td><td>2.422</td><td>0.318</td></tr> <tr><td>140</td><td>0.110</td><td>2.416</td><td>0.325</td></tr> <tr><td>201</td><td>0.127</td><td>2.419</td><td>0.333</td></tr> <tr><td>475</td><td>0.177</td><td>2.448</td><td>0.346</td></tr> <tr><td>975</td><td>0.228</td><td>2.490</td><td>0.351</td></tr> <tr><td>2475</td><td>0.310</td><td>2.543</td><td>0.362</td></tr> </tbody> </table> | T_R [anni] | a_g [g] | F_0 [-] | T_C^* [s] | 30 | 0.055 | 2.456 | 0.277 | 50 | 0.070 | 2.428 | 0.294 | 72 | 0.082 | 2.429 | 0.307 | 101 | 0.095 | 2.422 | 0.318 | 140 | 0.110 | 2.416 | 0.325 | 201 | 0.127 | 2.419 | 0.333 | 475 | 0.177 | 2.448 | 0.346 | 975 | 0.228 | 2.490 | 0.351 | 2475 | 0.310 | 2.543 | 0.362 |  <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th colspan="2">Stato limite</th> <th>T_r [anni]</th> <th>a_g [g]</th> <th>F_0 [-]</th> <th>T_C^* [s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="4">Px</td><td>Operatività (SLO)</td><td>30</td><td>0.055</td><td>2.456</td><td>0.277</td></tr> <tr><td>Danno (SLD)</td><td>50</td><td>0.070</td><td>2.428</td><td>0.294</td></tr> <tr><td>Salvaguardia vita (SLV)</td><td>475</td><td>0.177</td><td>2.448</td><td>0.346</td></tr> <tr><td>Prevenzione collasso (SLC)</td><td>975</td><td>0.228</td><td>2.490</td><td>0.351</td></tr> <tr><td rowspan="4">P1</td><td>Operatività (SLO)</td><td>30</td><td>0.056</td><td>2.465</td><td>0.278</td></tr> <tr><td>Danno (SLD)</td><td>50</td><td>0.071</td><td>2.433</td><td>0.295</td></tr> <tr><td>Salvaguardia vita (SLV)</td><td>475</td><td>0.178</td><td>2.457</td><td>0.348</td></tr> <tr><td>Prevenzione collasso (SLC)</td><td>975</td><td>0.229</td><td>2.502</td><td>0.352</td></tr> <tr><td rowspan="4">P2</td><td>Operatività (SLO)</td><td>30</td><td>0.055</td><td>2.451</td><td>0.276</td></tr> <tr><td>Danno (SLD)</td><td>50</td><td>0.069</td><td>2.424</td><td>0.294</td></tr> <tr><td>Salvaguardia vita (SLV)</td><td>475</td><td>0.176</td><td>2.443</td><td>0.344</td></tr> <tr><td>Prevenzione collasso (SLC)</td><td>975</td><td>0.227</td><td>2.481</td><td>0.352</td></tr> </tbody> </table> | Stato limite | | T_r [anni] | a_g [g] | F_0 [-] | T_C^* [s] | Px | Operatività (SLO) | 30 | 0.055 | 2.456 | 0.277 | Danno (SLD) | 50 | 0.070 | 2.428 | 0.294 | Salvaguardia vita (SLV) | 475 | 0.177 | 2.448 | 0.346 | Prevenzione collasso (SLC) | 975 | 0.228 | 2.490 | 0.351 | P1 | Operatività (SLO) | 30 | 0.056 | 2.465 | 0.278 | Danno (SLD) | 50 | 0.071 | 2.433 | 0.295 | Salvaguardia vita (SLV) | 475 | 0.178 | 2.457 | 0.348 | Prevenzione collasso (SLC) | 975 | 0.229 | 2.502 | 0.352 | P2 | Operatività (SLO) | 30 | 0.055 | 2.451 | 0.276 | Danno (SLD) | 50 | 0.069 | 2.424 | 0.294 | Salvaguardia vita (SLV) | 475 | 0.176 | 2.443 | 0.344 | Prevenzione collasso (SLC) | 975 | 0.227 | 2.481 | 0.352 |
| T_R [anni] | a_g [g] | F_0 [-] | T_C^* [s] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | 0.055 | 2.456 | 0.277 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 0.070 | 2.428 | 0.294 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 72 | 0.082 | 2.429 | 0.307 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 101 | 0.095 | 2.422 | 0.318 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 140 | 0.110 | 2.416 | 0.325 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 201 | 0.127 | 2.419 | 0.333 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 475 | 0.177 | 2.448 | 0.346 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 975 | 0.228 | 2.490 | 0.351 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2475 | 0.310 | 2.543 | 0.362 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stato limite | | T_r [anni] | a_g [g] | F_0 [-] | T_C^* [s] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Px | Operatività (SLO) | 30 | 0.055 | 2.456 | 0.277 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Danno (SLD) | 50 | 0.070 | 2.428 | 0.294 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Salvaguardia vita (SLV) | 475 | 0.177 | 2.448 | 0.346 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Prevenzione collasso (SLC) | 975 | 0.228 | 2.490 | 0.351 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P1 | Operatività (SLO) | 30 | 0.056 | 2.465 | 0.278 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Danno (SLD) | 50 | 0.071 | 2.433 | 0.295 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Salvaguardia vita (SLV) | 475 | 0.178 | 2.457 | 0.348 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Prevenzione collasso (SLC) | 975 | 0.229 | 2.502 | 0.352 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P2 | Operatività (SLO) | 30 | 0.055 | 2.451 | 0.276 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Danno (SLD) | 50 | 0.069 | 2.424 | 0.294 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Salvaguardia vita (SLV) | 475 | 0.176 | 2.443 | 0.344 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Prevenzione collasso (SLC) | 975 | 0.227 | 2.481 | 0.352 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig.1

Spettri NTC 1.03

Geostru PS Adv – Superficie rigata

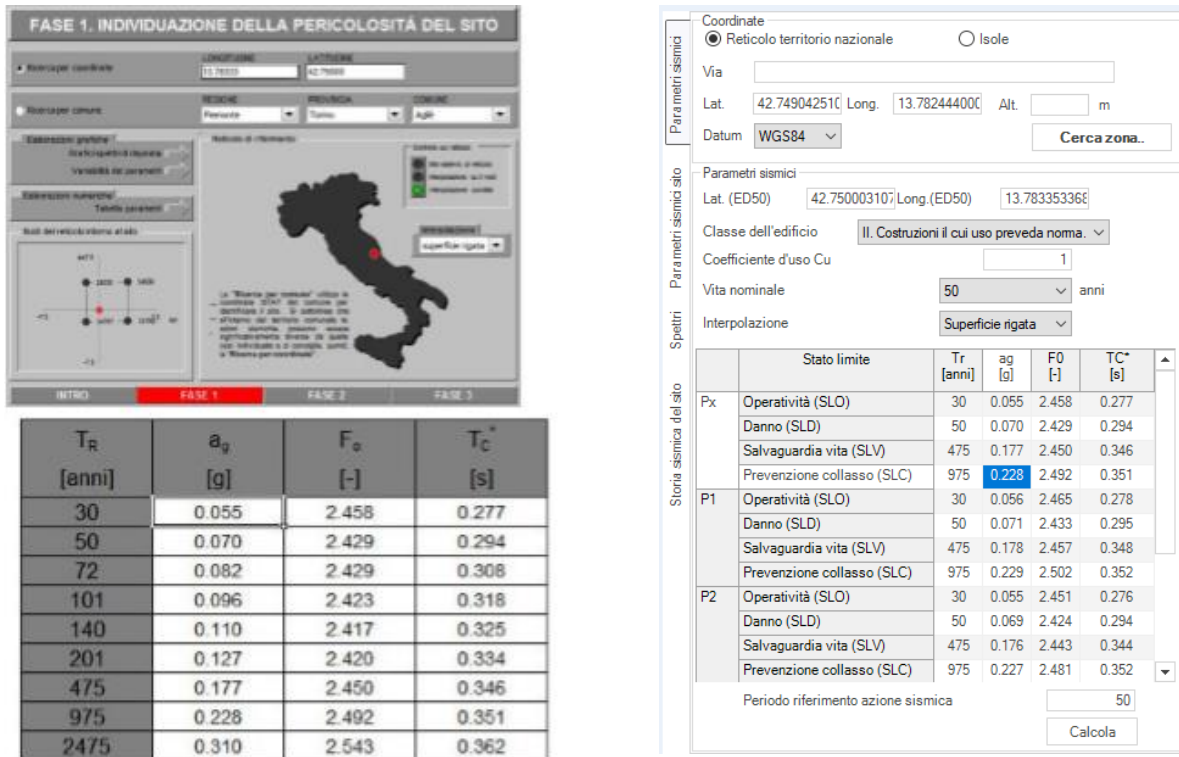


Fig.2

b) Validazione del sistema di conversione tra coordinate

Le coordinate ellissoidiche ED50 (Longitudine: 13.783330 (13°46'59.9874'') Latitudine: 42.75000 (42°45'00'')) sono state convertite in WGS84 con *Eye4Software GPS Mapping Studio*, i risultati ottenuti sono:

Latitudine (WGS84): 42.749043

Longitudine (WGS84): 13.782444

Tali dati sono stati quindi inseriti come input in **GeoStru PS Advanced**. I risultati della conversione sono:

Latitudine(ED50): 42.750004 (42°45'0.0138'')

Longitudine (ED50): 13.783353 (13°47'0.0702'')

L'errore commesso dal sistema di conversione è apprezzabile alla quinta cifra decimale del numero espresso in gradi decimali. In termini assoluti si commette, dunque, un errore dell'ordine del metro.

E' bene sottolineare, comunque, che l'errore introdotto dal sistema di conversione è inferiore alla precisione con la quale sono forniti i dati della maglia **NTC** e, soprattutto, non produce alcuna variazione dei risultati dei parametri sismici come evidenziato in Fig. 3.

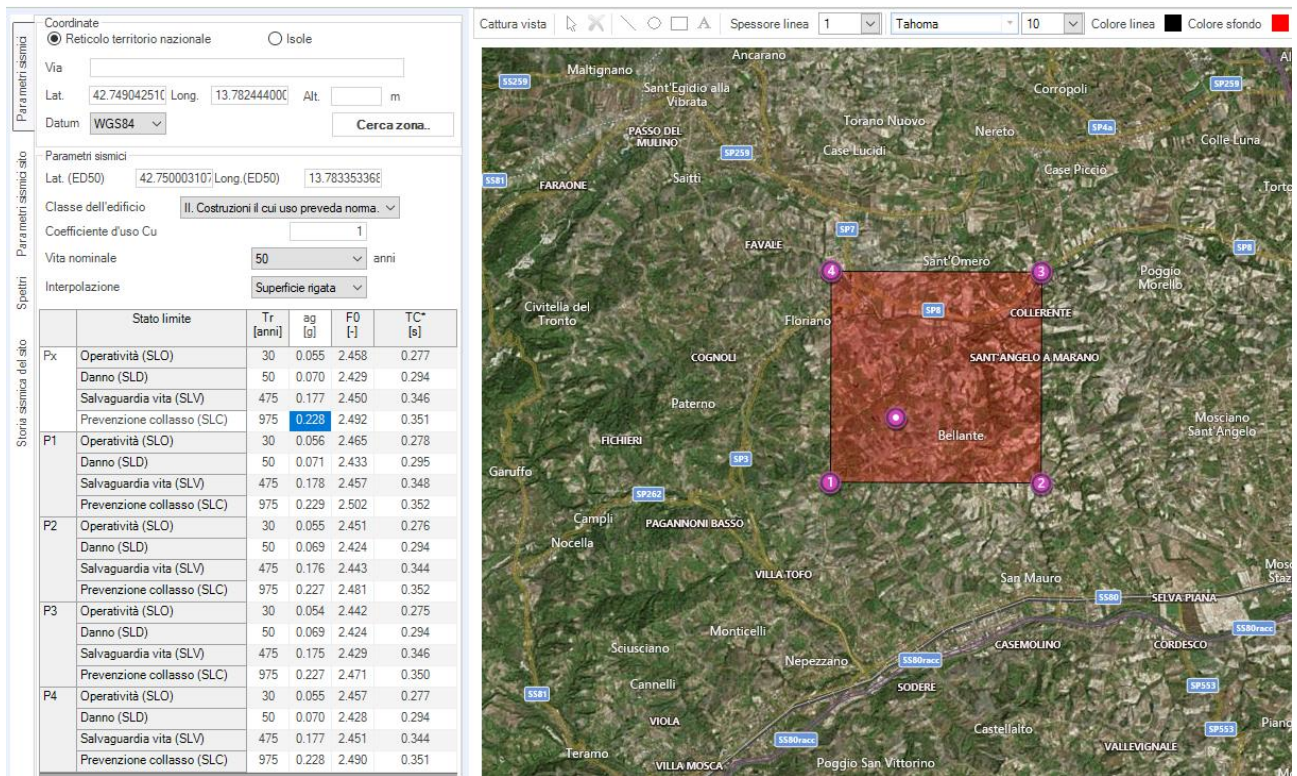


Fig.3