



dr. Almo Olmi
Studio di Geologia

Ricerca e consulenza in geotecnica, analisi dei rischi naturali, pianificazione territoriale



COMUNE DI TRANA

**VARIANTE STRUTTURALE AL P.R.G.C.
DI ADEGUAMENTO AL P.A.I.**

PROGETTO DEFINITIVO

**STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA - Livello 1
(APPENDICE C DELLO STUDIO GEOLOGICO)**

Svolto ai sensi della D.G.R. 3 febbraio 2012 n. 7-3340, in accordo con gli ICMS (P.C.M. - D.P.C., 2008), recepito come Appendice C nello Studio Geologico di adeguamento del PRGC al PAI (standard di rappresentazione e archiviazione informatica versione 4.0b)

RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA

RIFERIMENTI NORMATIVI

- P.C.M. – D.P.C. 2008: *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*
- L. 24/06/09 N. 77, art. 11: *Interventi per la prevenzione del rischio sismico*
- D.G.R. 19/01/10 N. 11-13058: *Aggiornamento e adeguamento delle zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/03 e O.P.C.M. n. 3519/06)*
- D.G.R. 13/06/11 N. 17-2172: *...Individuazione dei criteri per la realizzazione degli studi di microzonazione sismica...*
- D.G.R. 12/12/11 N. 4-3084: *Procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico*
- D.G.R. 03/02/12 N. 7-3340: *Modifiche e integrazioni alle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico approvate con D.G.R. N. 4-3084 del 12/12/2011*
- DB 1400 D.D. 09/03/12 N. 540: *Definizione delle modalità attuative in riferimento alle procedure di gestione e controllo delle attività urbanistiche ai fini della prevenzione del rischio sismico, approvate con D.G.R. N. 4-3084 del 12/12/2011*
- D.G.R. 07/04/14 N. 64-7417: *Indirizzi procedurali e tecnici in materia di difesa del suolo e pianificazione urbanistica*
- D.G.R. 21/05/14 N. 65-7656: *Individuazione dell'ufficio tecnico regionale ai sensi del D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 e ulteriori modifiche e integrazioni alle procedure attuative di gestione e controllo delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico approvate con D.G.R. 12 dicembre 2011, n. 4-3084*
- Commissione Tecnica per la MS, Roma, ottobre 2015: *Microzonazione sismica Standard di rappresentazione e archiviazione informatica, versione 4.0b*

Settembre 2017

INDICE

	pag.
PREMESSA – STUDI E DOCUMENTAZIONI DI RIFERIMENTO	2
1. CARATTERI SISMOLOGICI DEL TERRITORIO COMUNALE	3
1.1 RICLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO	
1.2 RAPPORTI CON LE ZONE SISMOGENETICHE	
1.3 VALUTAZIONE DELLA MAGNITUDO AI FINI DELLA VERIFICA A LIQUEFAZIONE	5
1.4 PERICOLOSITÀ SISMICA	6
1.5 PRESENZA DI FAGLIE ATTIVE	12
2. TAVOLA 8 - <i>CARTA DELLE INDAGINI</i>	12
3. TAVOLA 1 - <i>PROFILO LITOSTRATIGRAFICO C-C'</i>	14
4. TAVOLA 9 - <i>CARTA GEOLOGICO TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA</i>	14
5. TAVOLA 10 - <i>CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA</i>	16
6. CASI DI ESCLUSIONE DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE	18
7. DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA TOPOGRAFICA (D.M. 14/01/2008)	

ALLEGATO IN CALCE: ELENCO ELABORATI DELLO STUDIO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

PREMESSA – STUDI E DOCUMENTAZIONI DI RIFERIMENTO

Il Comune di Trana ha incaricato lo scrivente Studio di Geologia di effettuare lo studio di microzonazione sismica (MS) di primo livello del territorio comunale, per la necessaria integrazione degli elaborati geologico-tecnici costituenti la Proposta Tecnica del Progetto Preliminare della Variante Strutturale di adeguamento del P.R.G.C. al P.A.I. (L.R. 56/77 e s.m.i., art. 15).

Lo studio è stato svolto ai sensi della D.G.R. 03/02/2012, n. 7-3340, secondo gli specifici indirizzi e criteri emanati dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipart. Protezione Civile (*ICMS-Livello 1*, 2008) e secondo gli standard definiti dalla Commissione Tecnica per la MS (*Standard di rappresentazione e archiviazione informativa, versione 4.0b*; Roma, ottobre 2015).

Lo studio è costituito dalla presente *Relazione Geologico Tecnica* e dalle seguenti tavole:

TAVOLA 8 – CARTA DELLE INDAGINI

TAVOLA 9 – CARTA GEOLOGICO TECNICA

TAVOLA 10 – CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

La presente *Relazione Geologico Tecnica* è redatta in riferimento ed in congruenza con lo "*Studio Geologico per l'adeguamento degli elaborati geologico-tecnici del P.R.G.C. secondo i criteri della circ. P.G.R. n. 7/LAP/96 e per le verifiche di compatibilità con il P.A.I.*", costituito dagli elaborati geologico-tecnici prodotti dallo scrivente Studio di Geologia in sede di quarta revisione nel mese di aprile 2016, come da elenco allegato in calce.

Per l'elencazione delle documentazioni geologico-tecniche reperite e consultate si rimanda al Cap. 1 della *Relazione illustrativa* del predetto *Studio Geologico*.

1. CARATTERI SISMOLOGICI DEL TERRITORIO COMUNALE

1.1 RICLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO

Con D.G.R. 19 gennaio 2010, n. 11-13058 "Aggiornamento e adeguamento delle zone sismiche (O.P.C.M. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006)" il territorio di Trana è stato riclassificato in **Zona 3**.

Tale riclassificazione comporta i seguenti effetti normativi e procedurali:

- Tutte le opere e gli interventi edilizi sono soggetti alla progettazione ai sensi della normativa antisismica (D.M. 14 gennaio 2008 e successivi) ed alle seguenti procedure (v. allegato A alla D.G.R. 21/05/14 N. 65-7656):
 - a) denuncia e autorizzazione prima dell'inizio dei lavori (artt. 93-94 D.P.R. 380/2001): *tutte le opere e gli interventi relativi agli edifici e alle opere infrastrutturali strategiche e rilevanti di cui al n. 1.1, al n. 1.2 lettere a), b) e c) ed al n. 2.1 lettera a) dell'Allegato 1;*
 - b) denuncia prima dell'inizio dei lavori (art. 93 D.P.R. 380/2001): *tutte le opere e gli interventi di rilevanza strutturale, indipendentemente dal sistema costruttivo adottato e dal materiale impiegato, la cui sicurezza possa interessare la pubblica incolumità.*
- Gli Strumenti Urbanistici Generali, come definiti dalla legislazione regionale in materia, nonché le rispettive varianti generali e strutturali, comprensive delle varianti di mero adeguamento al PAI, sono sottoposti a parere ai sensi dell'art. 89 del D.P.R. 06/06/01 n. 380.

1.2 RAPPORTI CON LE ZONE SISMOGENETICHE

Con riferimento alla Zonazione sismogenetica ZS9¹, nelle seguenti figure si osserva che l'attività sismica locale è preminentemente generata dalla zona 908, nella quale ricade la parte occidentale del territorio.

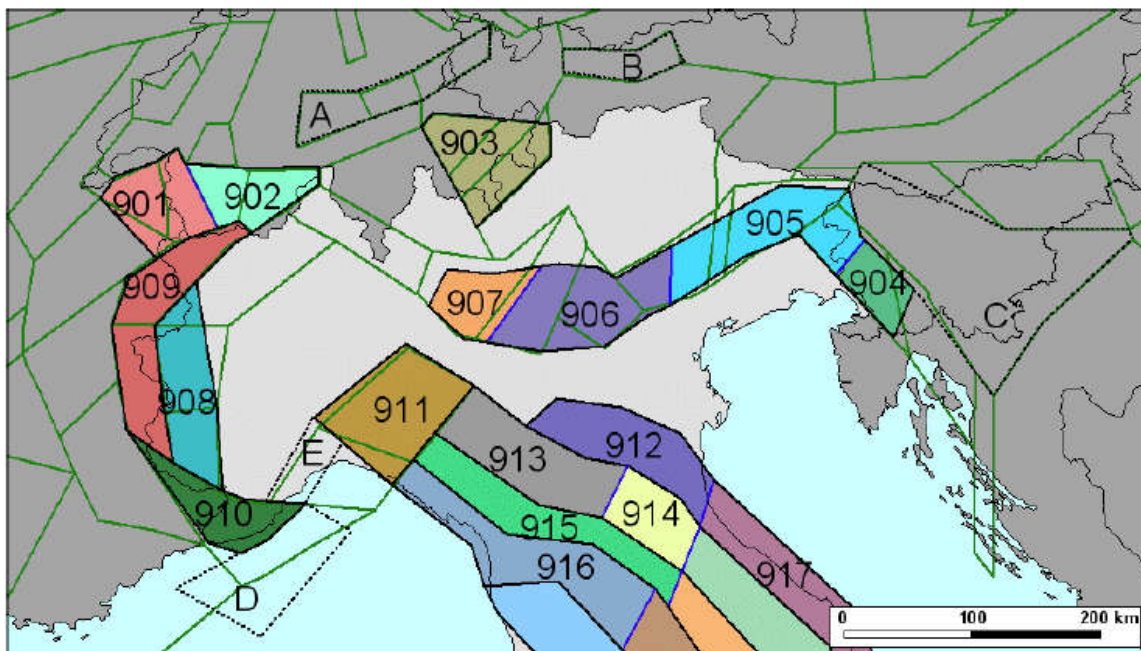
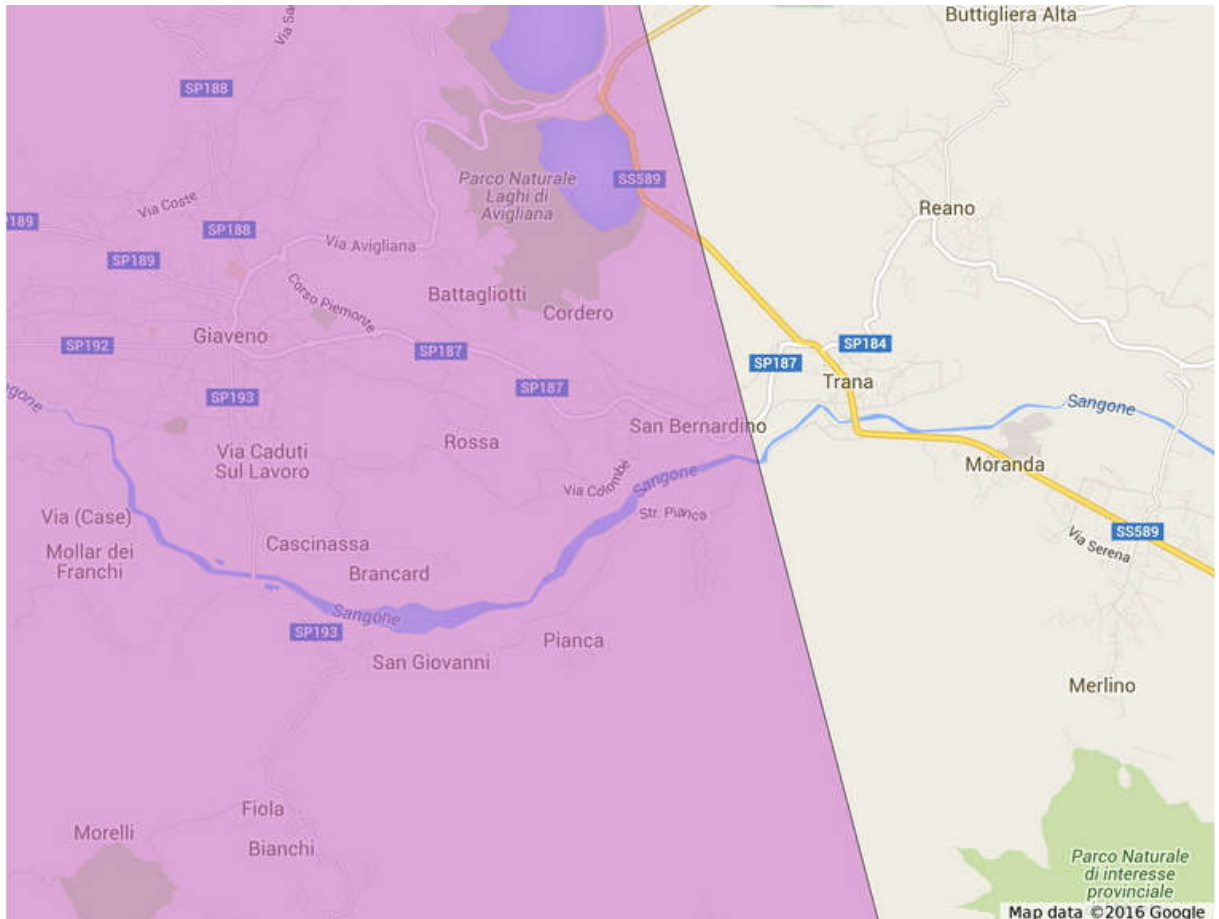


Figura 7 - Zonazione sismogenetica ZS9 per il Nord Italia (bordi in nero e blu) a confronto con la zonazione adottata dal progetto SESAME (bordi verdi, da Jiménez et al., 1991).

¹ Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (OPCM 3274/2003; Zonazione sismogenetica ZS29 – App. 2 al Rapporto Conclusivo, a cura di C. Meletti e G. Valensise (marzo 2004).

Rapporto fra il territorio di Trana e la zona sismogenetica 908 (GoogleMaps)



Sulla base della ZS4 e recependo le informazioni sulle sorgenti sismogenetiche messe a disposizione da DISS 2.0, è stato elaborato lo strato informativo relativo alla zonazione sismogenetica ZS9 (Zonazione sismogenetica ZS9 - App.2 al Rapporto Conclusivo. Gruppo di lavoro per la redazione della mappa della pericolosità sismica - Ordinanza PCM n.3247). In legenda il nome della Zona Sismogenetica. (Dato da Geoportale Nazionale - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare)

Dall'Appendice 2 di cui alla precedente nota a p.d.p. si riportano le seguenti note descrittive:

pagina 11:

“Le zone che disegnano l’arco delle Alpi occidentali sono disposte secondo due fasce parallele all’asse della catena. In accordo con quanto esposto nei criteri generali, sono state create due zone (**908 e 909**). Esse derivano dall’unione di più zone di ZS4. La distribuzione della sismicità sembra confortare questa scelta (la fascia interna ha terremoti di magnitudo maggiore, per quanto non frequenti). Rispetto a ZS4, la zona **908** è stata ridotta nella parte settentrionale, area per la quale non sono noti in catalogo eventi significativi.”;

pagina 26:

La Tabella 1 e la figura 15 mostrano i valori delle profondità efficaci ottenute per le 36 ZS. Nelle 4 zone dominate dalla presenza di attività vulcanica recente la profondità è stata fissata *a priori*. In 9 casi sui 32 rimanenti si è fatto ricorso al giudizio esperto. La figura 16 mostra la classe di profondità di appartenenza di ogni zona di ZS9 per le quali l'attribuzione è stata fatta in base al valore della moda e della forma della distribuzione di frequenza degli eventi in funzione della profondità. Tutti i risultati dell'analisi sono riassunti in Tabella 1.

Zona	Numero di eventi Md>2.0	Numero di eventi Md>2.5	Numero di eventi Md>3.0	Magnitudo massima (Md)	Classe di profondità (km)	Profondità efficace (km)
901	18	15	2	4.0	8-12	8
902	34	25	2	3.8	8-12	10
903	23	19	2	4.5	8-12	9
904	13	9	1	3.4	5-8	7 *
905	181	110	32	4.8	5-8	8 *
906	41	34	13	4.7	5-8	8 *
907	33	19	7	4.2	5-8	8 *
908	495	128	25	3.7	8-12	10
909	263	94	9	4.1	8-12	10

Dalla tabella 2.8.1 degli ICMS si constata inoltre che alla zona **908** è stato assegnato il valore di *Magnitudo momento massima* $M_{wmax} = 6.14$.

1.3 VALUTAZIONE DELLA MAGNITUDO AI FINI DELLA VERIFICA A LIQUEFAZIONE

Ai fini della verifica a liquefazione la magnitudo è da valutarsi con il metodo esposto al Cap. 2.8.2 degli ICMS, di seguito integralmente riportato:

“1. Si considera sempre la zonazione sismogenetica (ZS9) (Figura 2.8-1), secondo la quale la sismicità può essere distribuita in 36 zone, a ciascuna delle quali è associata una magnitudo massima M_{wmax} .

2. Per i siti che cadono in una delle 36 zone sismogenetiche predette si assume come M il valore di M_{wmax} (Tabella 2.8-1).

3. Ai fini della verifica a liquefazione e per i siti che non ricadono in alcuna zona sismogenetica si determinano le minime distanze (R_i) dalle zone (i) circostanti e si controlla per ciascuna di esse se la magnitudo M_i della zona è inferiore alla magnitudo fornita dalla relazione $M_s = 1 + 3 \log(R_i)$. Se ciò accade, la verifica a liquefazione non è necessaria. Se invece è necessaria, si assume il valore di magnitudo M_i più alto fra quelli per i quali la verifica è necessaria.”

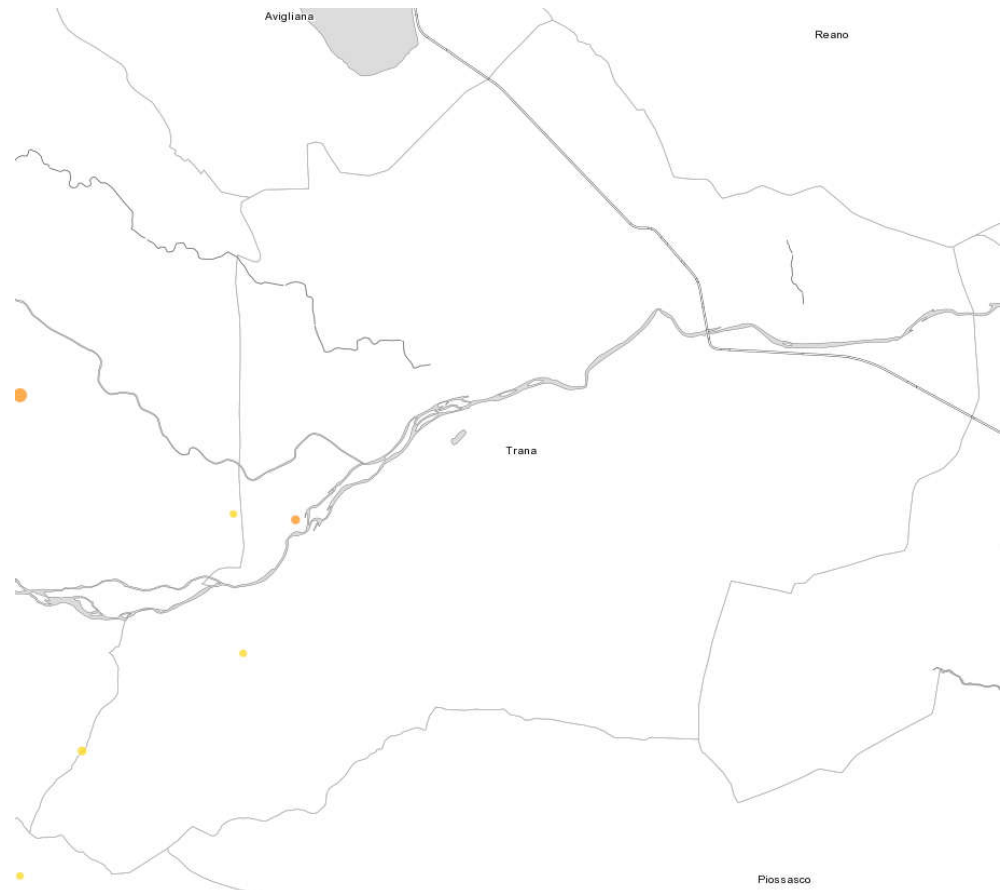
Nel caso in esame, dato che una vasta porzione occidentale del territorio ricade nella zona 908, la verifica a liquefazione è da effettuarsi con riferimento al valore di magnitudo assegnato a tale zona.

1.4 PERICOLOSITÀ SISMICA

Accedendo al sito webgis.arpa.piemonte.it sono stati consultati i temi sismici di seguito elencati, con i relativi esiti:

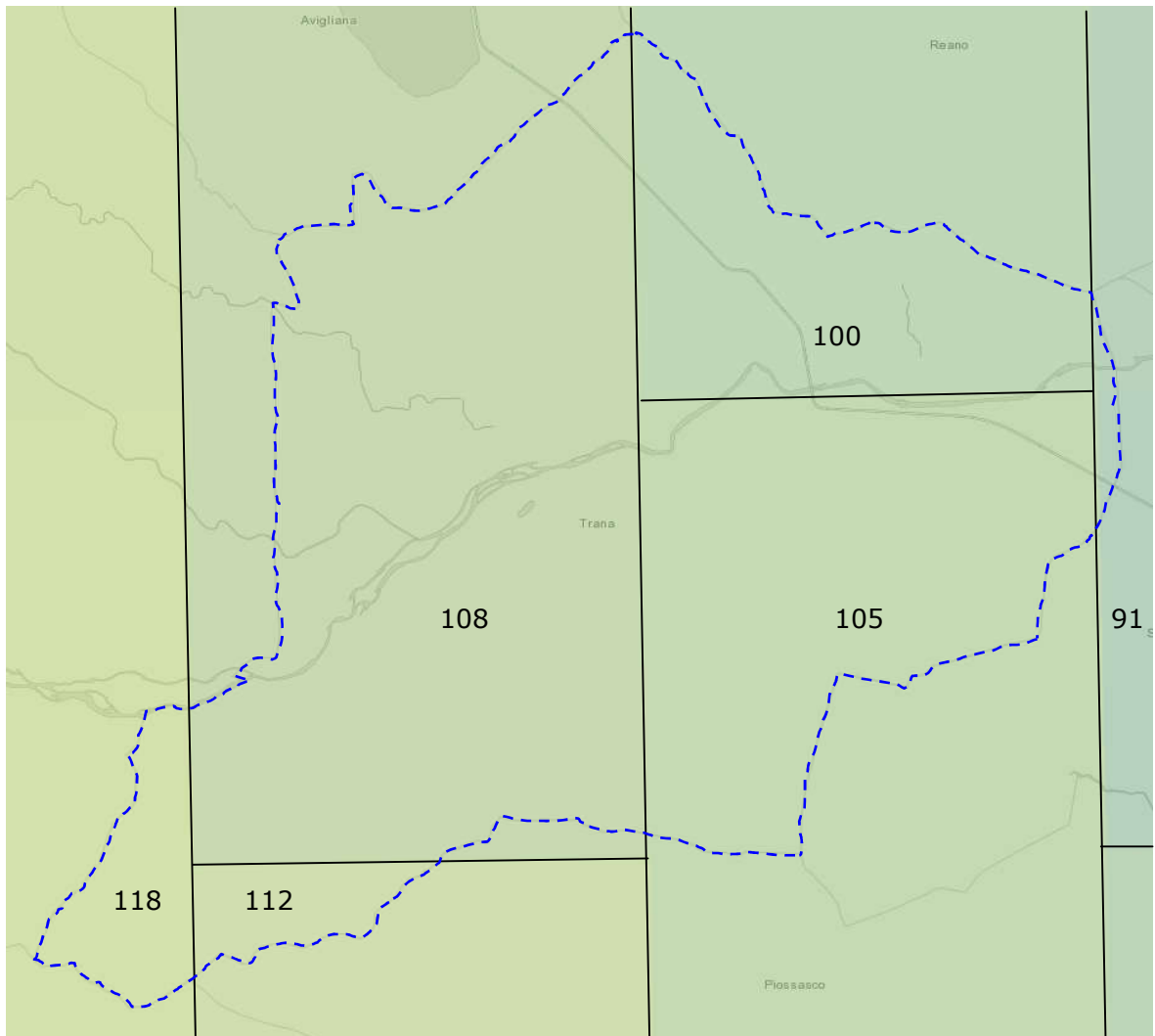
- Sismicità strumentale – dal 1982:

negli ultimi 33 anni il territorio di Trana è stato debolmente sismico, essendosi registrati solo 3 eventi di magnitudo $M < 2$, nei campi di profondità < 10 km (punto arancio) e 10-20 km (punti gialli), localizzati nel settore occidentale come raffigurato nella sottostante mappa;



- Catalogo parametrico dei Terremoti Italiani aggiornato al 2004 (CPTI04):
il catalogo non riporta eventi sismici in territorio di Trana.

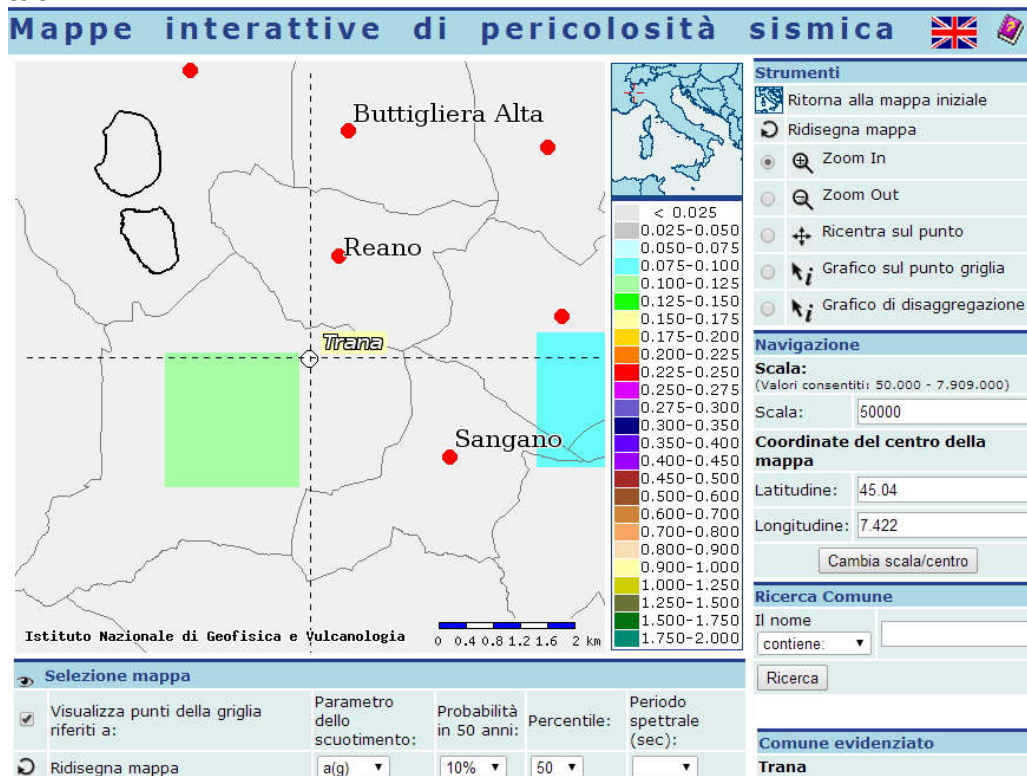
- *Pericolosità sismica Italia, territorio comunale di Trana:*
è stata visualizzata la mappa sotto riportata.



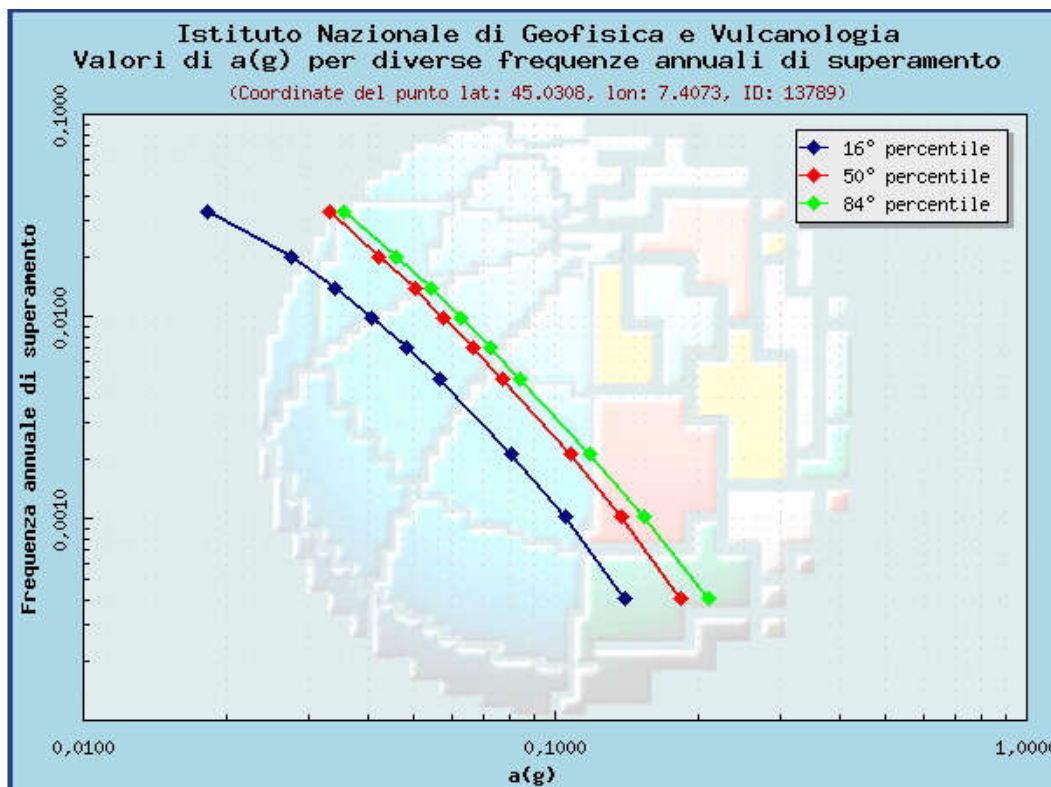
Pericolosità sismica in territorio di Trana, in termini di a_w (cm/s²).

La mappa mostra un regolare incremento della pericolosità sismica dal settore Est verso il settore Ovest, nel campo di valori a_w da 91 a 118 cm/s².

Accedendo al sito <http://esse1-gis.mi.ingv.it> sono state consultate le Mappe interattive di pericolosità sismica, dalle quali sono stati estratti le mappe ed i grafici dei parametri di scuotimento $a(g)$ e $Se(T)$ di seguito riportati.



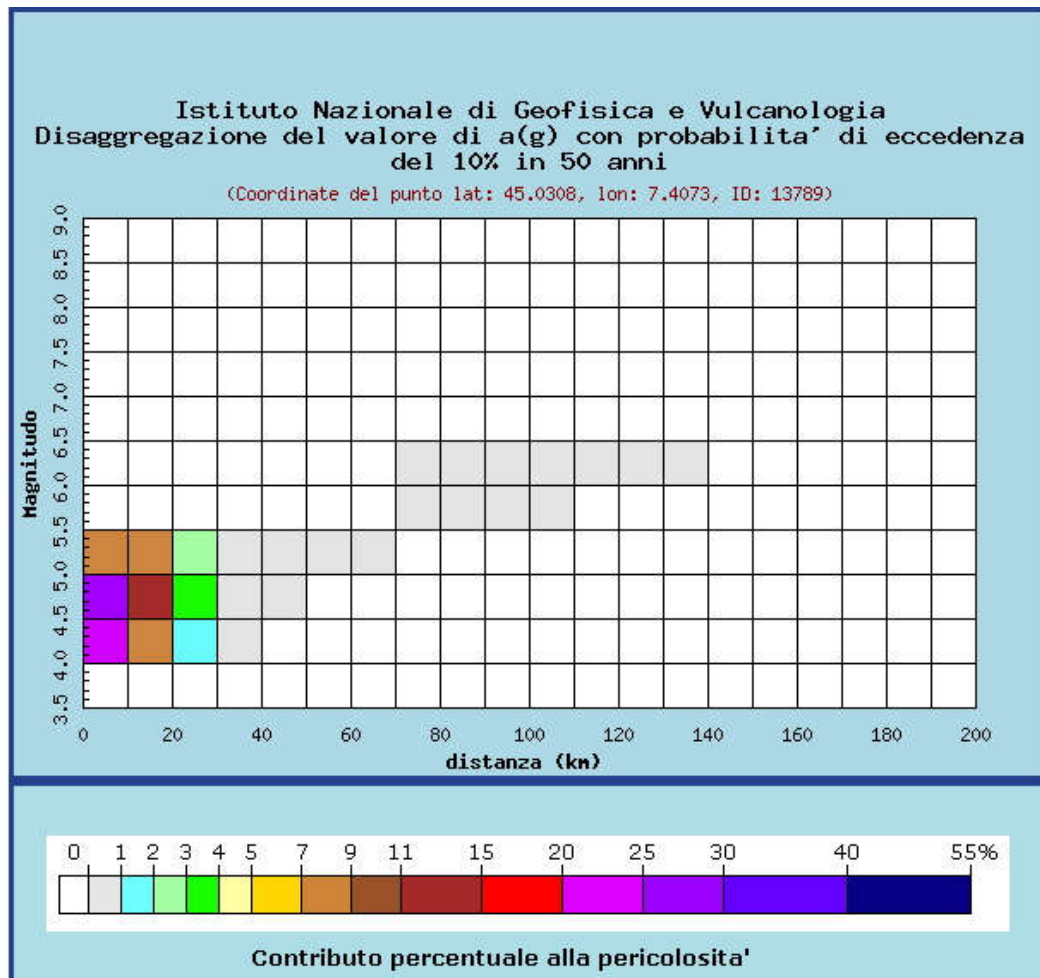
INGV – Mappa del parametro di scuotimento $a(g)$ (10% in 50 anni, 50° percentile).
 Il territorio di Trana risulta ben centrato su di un punto della griglia correlato al campo di valori 0.100-0.125.



INGV – Grafico valori di **a(g)** per diverse frequenze annuali di superamento.

Frequenza annuale di superamento	a(g) (Coordinate del punto lat: 45.0308, lon: 7.4073, ID: 13789)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.1395	0.1835	0.2103
0.0010	0.1048	0.1378	0.1539
0.0021	0.0807	0.1078	0.1180
0.0050	0.0569	0.0773	0.0840
0.0071	0.0483	0.0667	0.0724
0.0099	0.0406	0.0578	0.0626
0.0139	0.0341	0.0502	0.0541
0.0200	0.0274	0.0421	0.0457
0.0333	0.0182	0.0333	0.0355

INGV – Tabella valori di **a(g)** per diverse frequenze annuali di superamento.

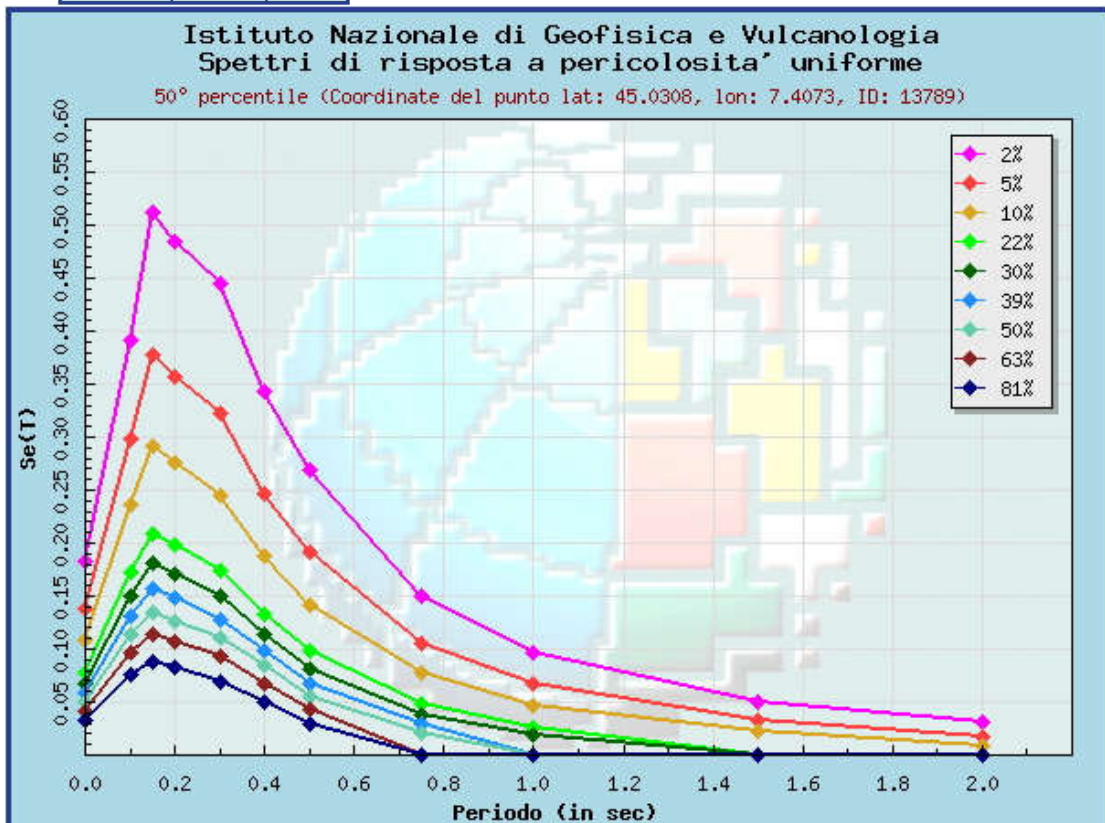


INGV – Disaggregazione del valore di **a(g)** (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni). Per eventi localizzati fino a 20 km di distanza, i contributi percentuali alla pericolosità sono così distribuiti: M=4.5-5.0: 11-30%; M=4.0-4.5: 7-25%; M>5.0: 7-9 %.

L'evento sismico medio è localizzato a 10.1 km, con M=4.71.

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 45.0308, lon: 7.4073, ID: 13789)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	23.500	28.600	8.590	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	8.380	14.500	7.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	1.220	3.490	2.670	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.011	0.547	0.938	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.012	0.216	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.077	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.047	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.026	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

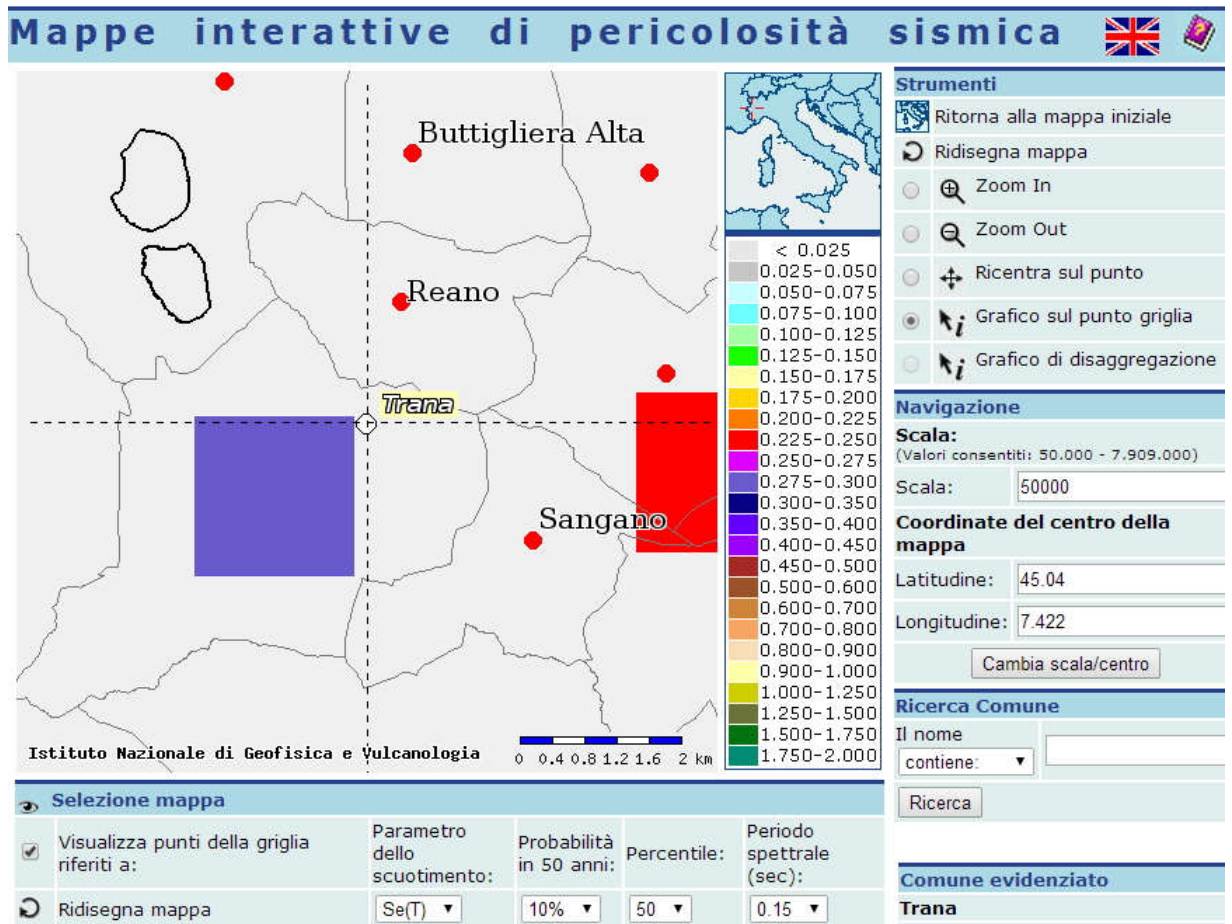
Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.710	10.100	0.726



INGV – Spettri di risposta a pericolosità uniforme **Se(T)** per periodi sino a 2.0 s. (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, 50° percentile).

Si osservano picchi di risposta allineati sul periodo $T = 0.15$ s.

Prob. di ecc. in 50 anni	Spettri di risposta a pericolosità uniforme										
	50° percentile (Coordinate del punto lat: 45.0308, lon: 7.4073, ID: 13789)										
	Periodo (in sec)										
	0.00	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00
2%	0.1835	0.3916	0.5120	0.4842	0.4453	0.3435	0.2692	0.1499	0.0961	0.0508	0.0303
5%	0.1378	0.2991	0.3777	0.3563	0.3223	0.2469	0.1911	0.1046	0.0667	0.0335	0.0170
10%	0.1078	0.2365	0.2919	0.2762	0.2455	0.1878	0.1410	0.0767	0.0468	0.0221	0.0089
22%	0.0773	0.1729	0.2090	0.1980	0.1734	0.1326	0.0991	0.0479	0.0266	0.0000	0.0000
30%	0.0667	0.1504	0.1803	0.1702	0.1494	0.1131	0.0818	0.0383	0.0185	0.0000	0.0000
39%	0.0578	0.1309	0.1563	0.1486	0.1278	0.0991	0.0670	0.0299	0.0000	0.0000	0.0000
50%	0.0502	0.1141	0.1349	0.1262	0.1096	0.0842	0.0554	0.0214	0.0000	0.0000	0.0000
63%	0.0421	0.0962	0.1137	0.1074	0.0925	0.0679	0.0438	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
81%	0.0333	0.0757	0.0880	0.0834	0.0684	0.0492	0.0286	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000



INGV – Mappa del parametro di scuotimento **Se(T)** per periodo di 0.15 s (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, 50° percentile).

Il territorio di Trana risulta ben centrato su di un punto della griglia correlato al campo di valori 0.275-0.300.

1.5 PRESENZA DI FAGLIE ATTIVE

La verifica dell'eventuale presenza di faglie attive stimate in grado di produrre una significativa deformazione tettonica permanente in superficie (faglie capaci), effettuata sul catalogo ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults) pubblicato sul sito www.isprambiente.gov.it, ha dato esito negativo.

Tuttavia, per completezza dell'informazione, si riferisce dalla letteratura scientifica la presenza della Zona di Deformazione Lis-Trana_ZLT, che costituisce un'ampia fascia di deformazione post-metamorfica, di lunghezza e profondità plurichilometrica, che recenti studi scientifici hanno correlato, sebbene in modo dubitativo e indimostrato, alla sismicità del settore interno delle Alpi Cozie (*Seismotectonics investigations in the internal Cottian Alps (Italian Western Alps) - Perrone et alii, 2010 - Geographical Research Abstracts Vol. 12, EGU2010-11202*).

2. TAVOLA 8 - CARTA DELLE INDAGINI

In organico inserimento nel gruppo delle tavole tematiche dello Studio geologico territoriale, la presente carta costituisce la tavola n° 8.

La carta, redatta alla scala 1:5.000, ricopre le aree del territorio comunale interessate dalle indagini pregresse e le aree ritenute probabilmente interessate da future indagini.

RAPPRESENTAZIONE DELLE INDAGINI

La carta rappresenta le indagini geognostiche e geofisiche pregresse, ubicate nell'area di studio, delle quali si posseggono dati significativi; nell'ambito del presente studio non sono state svolte nuove indagini.

Ad integrazione delle indagini precedentemente raccolte e rappresentate nella Tavola 6 *Carta della Suscettibilità alle Amplificazioni Sismiche e della Caratterizzazione Litotecnica*, sono state reperite presso l'archivio UTC le documentazioni delle indagini geognostiche e geofisiche svolte nel periodo 2008-2015 a supporto degli interventi edilizi. Per evitare di appesantire la tavola con dati non significativi, si è scelto di non rappresentare le indagini spinte a profondità ≤ 3 m dal p.c. (prove penetrometriche e scavi esplorativi).

Il codice identificativo riportato accanto alle indagini fa riferimento al cap. 1.2 della *Relazione illustrativa*.

Le indagini sono state raffigurate con la specifica legenda (StandardMS_4_0b, fig. 1.1.1-1).

QUADRO SINTETICO E VALUTATIVO DELLE INDAGINI

Nella seguente tabella si fornisce il quadro sintetico e valutativo delle indagini rappresentate, evidenziando che il substrato rigido è stato raggiunto in due casi.

<i>Tipologia d'indagine</i>	<i>N° punti</i>	<i>N° siti</i>	<i>Prof. (m)</i>	<i>Note</i>
S - Sondaggio a carotaggio continuo	9	8	15-27	stratigrafie abbastanza accurate, profondità per lo più ridotte, solo il sondaggio dell'indagine 1.2.u ha raggiunto il substrato
SPT - Prova penetrom. in foro	8	7		prove eseguite nei sondaggi di cui sopra
DP - Prova penetrom. dinamica pesante	1	1	4,2	profondità sufficiente all'intervento edilizio
DL - Prova penetrom. dinamica leggera	8	5	3-6	profondità raggiunte per lo più inadeguate alle profondità d'influenza di normali interventi edilizi
PA - Pozzo per acqua	1	1	19	descrizione non scientifica, non raggiunto il substrato
T - Trincea o pozzetto esplorativo	12	7	3-5	stratigrafie accurate, profondità ridotte
MASW - Prospezione sismica tipo MASW	8	8	30	ritenute affidabili, risultato più frequente: sottosuolo cat. B
HVSR - Stazione microtremore singola	3	3	30	ritenute poco affidabili, in quanto non accompagnate da altre indagini di riferimento
SR - Profilo sismico a rifrazione	1	1	30	ritenuto affidabile, con interessamento del substrato a profondità compatibile col sondaggio dell'indagine 1.2.u

LOCALIZZAZIONE PREFERENZIALE DI FUTURE INDAGINI

In colore giallo sono delimitate le aree preferenzialmente indicate per la localizzazione di future indagini geognostiche e geofisiche in prospettiva sismica, di seguito elencate:

centro storico capoluogo, area industriale-artigianale, borgate S. Bernardino-Merlo, borgate Colombé-Durando, borgate Biellese-Villaggio delle Betulle, borgate Pianca-Villaggio dei Funghi.

INDICAZIONI SULLA TIPOLOGIA DI FUTURE INDAGINI

Si forniscono alcune indicazioni sulla tipologia di future indagini geognostiche e geofisiche in prospettiva sismica, da svolgersi a supporto dei progetti d'intervento edilizio con le seguenti tipologie:

nuova costruzione, ristrutturazione edilizia tipo B, ampliamento, sopraelevazione, cambio di destinazione d'uso con aumento del carico antropico.

Queste indicazioni riguardano solo le indagini finalizzate alla caratterizzazione sismica dei siti d'intervento, mentre il piano delle indagini dovrà coprire adeguatamente ogni altro aspetto geotecnico correlato all'applicazione delle vigenti *Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008)*.

a) Con riferimento alle future aree di nuovo insediamento, il piano delle indagini dovrebbe comprendere almeno le seguenti:

- uno o più sondaggi a carotaggio continuo, spinti a profondità ≥ 33 m, con esecuzione di prove SPT in foro alle profondità da 3 a 21 m per manovre ≤ 3 m;
- predisposizione di almeno un foro di sondaggio per l'esecuzione di prova Down-Hole;
- esecuzione di prova Down-Hole in almeno un foro di sondaggio.

b) Con riferimento alle aree già edificate ed alle aree di completamento residenziale, il piano delle indagini dovrebbe comprendere almeno le seguenti:

- prospezione sismica di superficie con almeno due stendimenti (ad. es. MASW);
- analisi dei microtremori con metodo H/V;

Possibili esenzioni: per interventi ubicati in aree contigue o molto prossime ad un'area già indagata, la caratterizzazione sismica può essere, con adeguate motivazioni, riferita alle indagini già svolte.

SGE - SEZIONE GEOLOGICA

Nella carta è raffigurato il nuovo profilo litostratigrafico SGE C-C', illustrato al successivo capitolo.

3. TAVOLA 1 – PROFILO LITOSTRATIGRAFICO C-C'

La Tavola 1 *Carta Geologico-strutturale* è stata opportunamente integrata con un terzo profilo stratigrafico C-C' tracciato in direzione N-S e passante sulle verticali dei sondaggi effettuati per le indagini riferite ai punti 1.2.k e 1.2.u, in considerazione del fatto particolarmente rilevante che la seconda perforazione ha raggiunto il substrato roccioso.

4. TAVOLA 9 - CARTA GEOLOGICO TECNICA per la Microzonazione Sismica

In organico inserimento nel gruppo delle tavole tematiche dello Studio geologico territoriale, la presente carta costituisce la tavola n° 9. La carta, redatta alla scala 1:10.000, ricopre l'intero territorio comunale.

UNITÀ GEOLOGICO-LITOTECNICHE

La carta è stata elaborata con riferimento alle Tavole n° 1 *Carta Geologico-strutturale* e n° 6 *Carta della Suscettibilità alle Amplificazioni Sismiche e della Caratterizzazione Litotecnica*. I litotipi sono attribuiti ad un numero ridotto di classi predefinite, ma tuttavia sufficienti a consentire l'identificazione di situazioni litostratigrafiche potenzialmente suscettibili di amplificazione locale o di instabilità.

SUBSTRATO GEOLOGICO (StandardMS_4_0b, fig. 1.1.2-2)

Il substrato geologico territoriale appartiene alle seguenti unità:

- Unità oceaniche della *Zona Piemontese* (prasiniti, anfiboliti, serpentiniti) e *Serpentiniti del Moncuni*;
- Unità del *Dora Maira* (micascisti, gneiss).

Si tratta di litotipi generalmente caratterizzati da:

- consistenza lapidea;
- presenza di scistosità più o meno marcata;
- presenza di fratturazione/alterazione più o meno marcate.

Pertanto, nella totale indisponibilità di dati da stazioni di rilievo geostrutturale e perciò nell'impossibilità d'individuare con certezza corpi lapidei sani, si è ritenuto opportuno considerare tutti gli affioramenti come substrato lapideo fratturato/alterato, accorpandoli in un'unica zona tipo SFLP.

TERRENI DI COPERTURA (StandardMS_4_0b, fig. 1.1.2-1, tab. 1.1.2-1)

La litologia dei terreni di copertura è descritta col sistema di classificazione USCS², formato da sigle di due lettere maiuscole; a tali sigle si aggiungono inoltre i codici relativi agli *ambienti genetico-deposizionali* dei terreni, formati da due lettere minuscole.

Visto che tutte le coperture appartengono al gruppo delle ghiaie e perciò dovrebbero essere rappresentate con lo stesso colore verde pieno, al fine di renderle distinguibili pur conservando il codice cromatico, sono state adottate retinature rigate con angolature differenziate.

² UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM, leggermente modificato, ASTM, 1985.

Sono state distinte le seguenti classi di terreni:

- **GWpi**: GHIAIE PULITE CON GRANULOMETRIA BEN ASSORTITA, MISCELA DI GHIAIA E SABBIE; *ambiente genetico-deposizionale: piana inondabile.*

- **GWca**: GHIAIE PULITE CON GRANULOMETRIA BEN ASSORTITA, MISCELA DI GHIAIA E SABBIE; *ambiente genetico-deposizionale: conoide alluvionale.*

Le prime due classi corrispondono ai terreni così descritti nella tavola n° 6: TERRENI ALLUVIONALI RECENTI ED ATTUALI.

Depositi fluviali sciolti di fondovalle e di conoide, di potenza complessiva variabile da pochi metri ad oltre 30 m, costituiti da prevalenti frazioni di ghiaie e ciottoli ad elementi molto arrotondati e da matrice sabbiosa con scarsa o nulla presenza di frazioni fini.

Abbondante presenza di blocchi arrotondati nei depositi del T. Sangone.

Categorie di sottosuolo più probabili: D/E.

- **GPfd** - GHIAIE PULITE CON GRANULOMETRIA POCO ASSORTITA, MISCELA DI GHIAIA E SABBIA; *ambiente genetico-deposizionale: falda detritica.*

Questa classe corrisponde ai terreni così descritti nella tavola n° 6: TERRENI DETRITICI DI FALDA.

Depositi sciolti sottostanti a pareti o versanti in roccia, di potenza per lo più < 10 m, costituiti da ghiaie ciottoli e blocchi ad elementi molto angolosi, in scarsa matrice sabbioso-limosa.

Terreni con caratteri litotecnici e di ubicazione del tutto inidonei ai fini edilizi.

- **GMmr** - GHIAIE LIMOSE, MISCELA DI GHIAIA, SABBIA E LIMO; *ambiente genetico-deposizionale: morena.*

Questa classe corrisponde ai terreni così descritti nella tavola n° 6: TERRENI MORENICI.

Depositi dei rilievi morenici, generalmente con potenze > 30 m e ben addensati, a granulometria prevalentemente grossolana ghiaioso-ciottolosa con numerosi blocchi, con matrice limoso-sabbiosa debolmente argillosa più o meno abbondante.

Nelle zone impluviali e depresse, strati superficiali argilloso-limosi con frammenti litoidi.

Categorie di sottosuolo più probabili con potenza accertata > 30 m: B/C.

- **GCfg** - GHIAIE ARGILLOSE, MISCELA DI GHIAIA, SABBIA E ARGILLA; *ambiente genetico-deposizionale: deposito fluvio glaciale.*

Questa classe corrisponde ai terreni così descritti nella tavola n° 6: TERRENI ALLUVIONALI ANTICHI.

Depositi fluvioglaciali addensati a granulometria prevalentemente grossolana ghiaioso-ciottolosa, con matrice sabbioso-limoso-argillosa più o meno abbondante ed alterata, di potenza variabile da meno di 10 m ad oltre 30 m.

Categorie di sottosuolo più probabili con potenza accertata > 30 m: C/D.

- **PTfl** - TORBE ED ALTRE TERRE FORTEMENTE ORGANICHE; *ambiente genetico-deposizionale: deposito lacustre glaciale.*

Questa classe corrisponde ai terreni così descritti nella tavola n° 6: TERRENI PALUSTRI.

Depositi torbosi ed organici di colmamento di lago intramorenico.

Terreni con caratteri litotecnici e di ubicazione del tutto inidonei ai fini edilizi.

Categoria di sottosuolo molto probabile: S1.

ELEMENTI GEOLOGICI E IDROGEOLOGICI (StandardMS_4_0b, fig. 1.1.2-4)

Gli elementi sotto descritti sono riportati dalle Tavole n° 1 *Carta Geologico-strutturale*, n° 5 *Carta Geoidrologica* e n° *Carta della Suscettibilità alle Amplificazioni Sismiche e della Caratterizzazione Litotecnica*.

Sono raffigurati i seguenti elementi:

- POZZO O SONDAGGIO CHE HA RAGGIUNTO IL SUBSTRATO RIGIDO:
profondità (m) del sondaggio effettuato per l'indagine riferita al punto 1.2.u;
- POZZO O SONDAGGIO CHE NON HA RAGGIUNTO IL SUBSTRATO RIGIDO:
profondità (m) degli altri sondaggi riferiti al § 1.2;
- PROFONDITÀ (m) DELLA FALDA IN AREE CON SABBIE E/O GHIAIE:
misure di profondità dal p.c. della falda libera (m), effettuate in pozzi per acqua e prove geognostiche;
- TRACCIA DI SEZIONE GEOLOGICA SIGNIFICATIVA E RAPPRESENTATIVA DEL MODELLO DEL SOTTOSUOLO:
traccia del nuovo profilo litostratigrafico C-C' rappresentato nella *Tavola n° 1*.

INSTABILITÀ DI VERSANTE (*StandardMS_4_0b, fig. 1.1.2-5, § 2.2.8*)

Le zone d'instabilità sono state riportate dalla Tavola n° 3 *Carta Geomorfologica e dei dissesti* ed inoltre contraddistinte dagli specifici codici.

FORME DI SUPERFICIE (*StandardMS_4_0b, fig. 1.1.2-6*)

Le forme rappresentate sono state riportate dalla Tavola n° 3 *Carta Geomorfologica e dei dissesti*. Le forme relative agli orli di terrazzo e di scarpata sono state ridisegnate in adeguamento alle diverse classi di altezza previste (10-20 m, > 20 m).

5. TAVOLA 10 - CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

In organico inserimento nel gruppo delle tavole tematiche dello Studio geologico territoriale, la presente carta costituisce la *Tavola n° 10*. La carta, redatta alla scala 1:10.000, ricopre l'intero territorio comunale.

Le microzone omogenee sono state individuate con i seguenti criteri:

- congruentemente con quanto detto sul substrato geologico al capitolo precedente, *non sono state individuate zone stabili*;
- considerato che le classi granulometriche principali dei terreni di copertura identificano depositi con risposta sismica differenziata da parametri di potenza e di addensamento scalarmente crescenti, si è deciso di individuare le *zone stabili suscettibili di amplificazioni locali* in corrispondenza con dette classi;
- la raffigurazione delle zone è stata semplificata, ignorando la presenza di lembi di copertura irrilevanti per esigua estensione e/o potenza:
 - > *falde detritiche*, assimilate al substrato;
 - > *conoidi alluvionali*, assimilate ai depositi di piana alluvionale;
 - > *esigui lembi fluvio glaciali*, assimilati alla morena.

Segue la descrizione delle microzone individuate, con relative stratigrafie sintetiche.

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

STRATIGRAFIE SINTETICHE

2099	ZONA 2099 - SUBSTRATO FRATTURATO O ALTERATO.
-------------	--

2001	ZONA 2001 - TERRENI DI COPERTURA DI CLASSE GW.
2002/2099	Zona corrispondente a depositi fluviali ghiaioso-sabbiosi, sciolti, con potenze stimate generalmente inferiori a 30 m. (<i>Si sovrappone alla Zona 2003 solo in strette e sottili fasce marginali</i>)

2001	
2002	ZONA 2002 - TERRENI DI COPERTURA DI CLASSE GC.
2003/2099	Zona corrispondente a depositi fluvioglaciali ghiaioso-sabbiosi con matrice limoso-argillosa, addensati, con potenze che possono anche superare i 30 m.

2002	
2003	ZONA 2003 - TERRENI DI COPERTURA DI CLASSE GM.
2099	Zona corrispondente a depositi morenici ghiaioso-ciottolosi con matrice sabbioso-limosa, ben addensati, di potenza generalmente superiore a 30 m.

ZONE DI ATTENZIONE PER LE INSTABILITÀ

STRATIGRAFIE SINTETICHE

ZAFR	Zona ZAFR - ZONE DI ATTENZIONE PER INSTABILITÀ DI VERSANTE.
2003/2099	Aree colpite da frane attive e quiescenti.

ZACD	Zona ZACD - ZONA DI ATTENZIONE PER CEDIMENTI DIFERENZIALI.
2002/2003	TERRENI DI COPERTURA DI CLASSE PT. Zona corrispondente a depositi lacustri torbosi ed organici.

ELEMENTI GEOLOGICI

Dalla Tavola n° 8 sono riportati i seguenti elementi significativi:

- *traccia della sezione geologica C-C' significativa e rappresentativa del modello del sottosuolo;*
- *localizzazione e profondità del sondaggio che ha raggiunto il substrato geologico.*

RUMORE AMBIENTALE

Dalla Tavola n° 8 sono riportate le seguenti indagini significative:

- *localizzazioni delle stazioni microtremore a stazione singola.*

FORME DI SUPERFICIE

Dalla Tavola n° 9 sono riportate le seguenti forme:

- *orli di scarpate morfologiche naturali o artificiali, classi d'altezza: 10-20 m e > 20 m;*
- *orli di terrazzi fluviali, classi d'altezza: 10-20 m e > 20 m;*
- *creste;*
- *picchi isolati.*

6. CASI DI ESCLUSIONE DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

Al fine di fornire un criterio generale relativo alle stima dei fenomeni di liquefazione, sono qui considerati i casi di esclusione specificamente previsti dal D.M. 14/01/2008 e di seguito riportati dal § 2.7.1.1 degli ICMS:

“La probabilità che nei terreni sabbiosi saturi si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5 (capitolo 2.8);
2. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.1g;
3. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni *free-field* minore di 0.15g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
 - frazione di fine, FC , superiore al 20%, con indice di plasticità $PI > 10$;
 - $FC \geq 35\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 20$;
 - $FC \leq 5\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 25$

dove $(N_1)_{60}$ è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT, definito dalla relazione: $(N_1)_{60} = N_{SPT} C_N$, in cui il coefficiente C_N è ricavabile dall'espressione $C_N = (\rho_a / \sigma'_v)^{0.5}$ essendo ρ_a la pressione atmosferica e σ'_v la tensione efficace verticale.

4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 2.7-1 (a) nel caso di materiale con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in Figura 2.7-1 (b) per coefficienti di uniformità $U_c > 3.5$.

5. Profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna.”

- Per quanto stabilito al § 1.3, il caso n. 1 è da escludersi.
- Per quanto esposto al § 1.4 ed essendo il territorio suscettibile di amplificazioni locali, il caso n. 2 è da escludersi.
- Per quanto si deduce dalla Tav. 5 *Carta Geoidrologica*, il caso n. 5 è da escludersi per tutte le localizzazioni di fondovalle potenzialmente interessate.
- Resta perciò accertato che le verifiche di esclusione dei fenomeni di liquefazione sono da effettuarsi in relazione ai soli casi n. 3 e 4.

7. DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA TOPOGRAFICA (D.M. 14/01/2008)

Per quanto concerne l'accertamento delle condizioni morfologiche per la definizione della categoria topografica di cui alla Tab. 3.2.IV, qualora i progetti non siano corredati da rilievi topografici asseverati di maggior dettaglio, è da ritenersi adeguato il riferimento alla Tavola 4 *Carta dell'Acclività*.

COMUNE DI TRANA

STUDIO GEOLOGICO A SUPPORTO DEL P.R.G.C.

Completamento della II fase d'indagine (sintesi) ai sensi della Circ. P.G.R. 7/LAP/96
e dello Studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 (SMS/L1)

ELENCO DEGLI ELABORATI PRODOTTI

IV Revisione - Aprile 2016

N°	Titolo	Scala	Formati	Fase di studio	Data	Rev. n°
TAVOLE TEMATICHE						
1	TAV. N° 1 – CARTA GEOLOGICO-STRUTTURALE	1:10000	foglio	7LAP/I	04/16	IV
2	TAV. N° 2 – CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO E DELLE OPERE IDRAULICHE CENSITE	1:10000	foglio	7LAP/I	06/14	II
3	TAV. N° 3 – CARTA GEOMORFOLOGICA E DEI DISSESTI	1:5000	fogli A e B	7LAP/I	06/14	II
4	TAV. N° 4 – CARTA DELLE ACCLIVITÀ	1:10000	foglio	7LAP/I	06/15	III
5	TAV. n° 5 – CARTA GEOIDROLOGICA	1:10000	foglio	7LAP/I	09/12	I
6	TAV. N° 6 – CARTA DELLA SUSCETTIBILITÀ ALLE AMPLIFICAZIONI SISMICHE E DELLA CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA	1:10000	foglio	7LAP/I	04/16	IV
7	TAV. N° 7 – CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA	1:10000 1:5000	foglio fogli A e B	7LAP/II	04/16	IV
8	TAV. N° 8 – CARTA DELLE INDAGINI	1:5000	foglio	SMS/L1	04/16	
9	TAV. N° 9 – CARTA GEOLOGICO TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA	1:10000	foglio	SMS/L1	04/16	
10	TAV. N° 10 – CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA	1:10000	foglio	SMS/L1	04/16	
TESTI						
11	9A - RELAZIONE ILLUSTRATIVA CON ALLEGATI N° 1-2-3 9B - ELENCO DEGLI ELABORATI PRODOTTI, CON DICHIARAZIONE DEGLI ELABORATI NECESSARI		fascicolo	7LAP/I-II	04/16	IV
12	APPENDICE A – INDAGINE SULLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA DEL VERSANTE OVEST DEL M. MONCUNI		fascicolo	7LAP/I	04/13	
13	APPENDICE B – ADEGUAMENTO DEL LIMITE ESTERNO DELLA FASCIA B IN BORGATA PIANCA (PAI, art. 27 NdA)		fascicolo	7LAP/I	12/13	
14	APPENDICE C – STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA – LIVELLO 1 – RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA		fascicolo	SMS/L1	04/16	
ALLEGATI (in CD-ROM)						
15	ALL. 5A - TAVOLE TEMATICHE IN FORMATO DIGITALE		.pdf	7LAP/I-II	04/16	IV
16	ALL. 5B – RELAZIONE ILLUSTRATIVA IN FORM. DIGITALE		.pdf	7LAP/I-II	04/16	IV
17	ALL. 5C - APPENDICI A, B E C IN FORMATO DIGITALE		.pdf	7LAP/I	04/16	IV
18	ALL. 6A – DATABASE SICOD DELLE OPERE IDRAULICHE DI NUOVO CENSIMENTO		.mdb	7LAP/I	09/12	I
19	ALL. 6B - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DELLE OPERE IDRAULICHE		.jpg	7LAP-I	09/12	I
20	ALL. 7 - SCHEDE RILEVAMENTO FRANE-CORSI-CONOIDI		.xls, .pdf	7LAP-I	03/10	
21	ALL. 8 - DOCUMENTAZIONE ARPA – EFFETTI E DANNI		.xls, .pdf	7LAP-I	03/10	
22	ALL. 9 – DOCUMENTAZ. GEOGNOSTICA E GEOTECNICA		.jpg, .pdf, .txt, .doc	7LAP-I	04/16	IV
23	ALL. 10 - DOCUMENTAZIONE IDROGEOLOGICA		.jpg, .xls, .pdf	7LAP-I	03/10	
24	ALL. 11 - PARERI E CONTRODEDUZIONI		.pdf	7LAP/I-II	04/16	IV