



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



CONFERENZA DELLE REGIONI E
DELLE PROVINCE AUTONOME

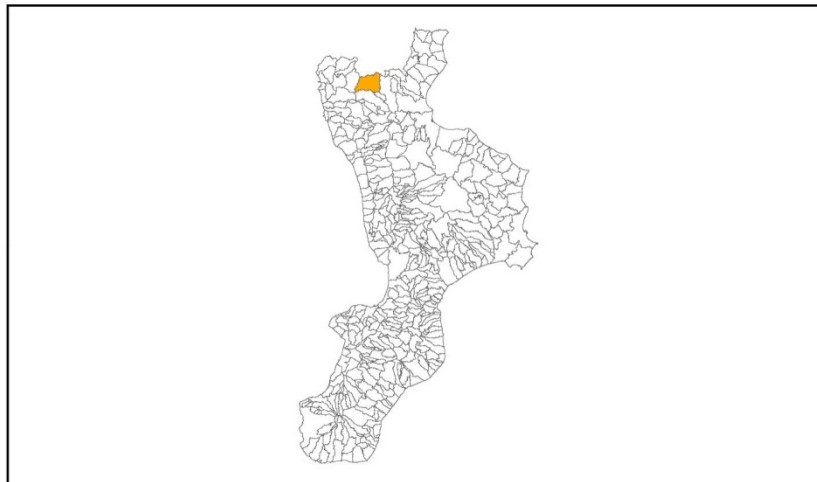
Attuazione dell'articolo 11 dalla legge 24 giugno 2009, n.77

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione Illustrativa

Regione Calabria

Comune di Morano Calabro



Regione	Soggetto realizzatore	Data
Calabria	Geol. Saverio GRECO Geol. Remo BIANCINI Ing. Antonella MINISCI	LUGLIO 2015

INDICE

<u>CAPITOLO 1 – Introduzione</u>	Pag. 3
<u>CAPITOLO 2 – Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento</u>	Pag. 4
2.1 Sismicità storica	Pag. 4
2.2 Sismicità recente e registrazioni accelerometriche	Pag. 7
2.3 Carte di pericolosità di base	Pag. 13
2.4 Faglie attive	Pag. 18
<u>CAPITOLO 3 – Assetto geologico e geomorfologico dell'area</u>	Pag. 20
3.1 Lineamenti geologico-strutturale	Pag. 20
3.2 Inquadramento geomorfologico del territorio	Pag. 22
<u>CAPITOLO 4 – Dati geotecnici e geofisici</u>	Pag. 24
<u>CAPITOLO 5 – Modello del sottosuolo</u>	Pag. 25
<u>CAPITOLO 6 – Interpretazioni e incertezze</u>	Pag. 27
<u>CAPITOLO 7 – Metodologie di elaborazione e risultati</u>	Pag. 28
<u>CAPITOLO 8 – Elaborati cartografici</u>	Pag. 29
8.1 Carta delle indagini	Pag. 29
8.2 Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica	Pag. 30
8.3 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.....	Pag. 35
<u>CAPITOLO 9 – Confronto con la distribuzione dei danni degli eventi passati</u>	Pag. 37
<u>CAPITOLO 10 – Bibliografia</u>	Pag. 39

Allegati:

- Carta delle indagini (1:10.000);
- Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica (1:10.000);
- Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (1:10.000);
- Catalogo delle indagini puntuali e lineari;

Capitolo 1 - Introduzione

I sottoscritti Geol Remo Biancini , Geol Saverio Greco e Ing Antonella Minisci hanno ricevuto incarico dall'Aministrazione comunale di Morano Calabro (CS) di redigere lo studio di "Microzonazione sismica di livello 1" del territorio comunale.

Il suddetto studio, rientra nei finanziamenti concessi con l'OPCM 4007 del 29 febbraio 2012, è ed stato redatto in ottemperanza a quanto previsto dagli "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica" (ICMS 2008), mentre le modalità di rappresentazione e archiviazione seguono quanto previsto dagli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica" predisposti dalla Commissione tecnica e adottati dalle Regioni.

Il primo livello di microzonazione sismica, rappresenta un livello propedeutico ai successivi studi di MS, che consiste in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e delle informazioni preesistenti e/o acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico.

In base a quanto stabilito dagli ICMS, gli elaborati da produrre nel livello 1 di microzonazione sismica sono:

- Carta delle indagini;
- Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica;
- Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.

Tali elaborati verranno meglio descritti nel capitolo 8 della presente relazione.

Il presente studio di microzonazione sismica comprende anche l'analisi della Condizione Limite di Emergenza (CLE) degli insediamenti urbani per come previsto dagli standard di riferimento. La CLE è quella condizione al cui superamento, a seguito del manifestarsi dell'evento sismico, pur in concomitanza con il verificarsi di danni fisici e funzionali tali da condurre all'interruzione della quasi totalità delle funzioni urbane presenti, compresa la residenza, l'insediamento urbano conserva comunque, nel suo complesso, l'operatività della maggior parte delle funzioni strategiche per l'emergenza, la loro accessibilità e connessione con il contesto territoriale.

Capitolo 2 - Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento

La definizione della pericolosità sismica di base è avvenuta seguendo le linee guida ed i criteri riportati nel paragrafo 1.6.4 degli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (2008) pubblicati dal Dipartimento della Protezione Civile Nazionale.

2.1 Sismicità storica

Le indagini conoscitive sugli eventi sismici storici nel territorio comunale di Morano Calabro sono avvenute attraverso la consultazione del catalogo della sismicità storica dei terremoti italiani CPTI ed il collegato DBMI dell'INGV (2011), per soglie di riferimento caratterizzate da magnitudo $M_w > 4.0$ ed intensità $I > 5$, che contiene 2984 records a partire dal 1000 d.c. e fino al 2006. Chiaramente prima dell'avvento della tecnologia strumentale, gli eventi si sono basati sulle testimonianze scritte e tramandate. Sono state quindi rielaborate dagli scriventi le osservazioni sismiche disponibili, espresse in scala macrosismica MCS (*Mercalli-Cancani-Sieberg*) e riportate in fig. 3 e dalla tabella 1, dai quali si evince che il territorio comunale è stato interessato sia da eventi sismici *far-field* a distanza epicentrale superiore a 100 km, che da eventi sismici *near-field* verificati in Calabria settentrionale. Nelle seguenti figure 1-2 sono quindi riportati i due terremoti a maggiore intensità, di cui quello registrato nel 1693 è da considerarsi il sisma di riferimento, a massima intensità registrata al sito di Morano Calabro.

Fig. 1- Evento sismico *near field*, avvenuto il 1693 con intensità MCS a Morano $I = 8$ e distanza epicentrale $D = 6$ km

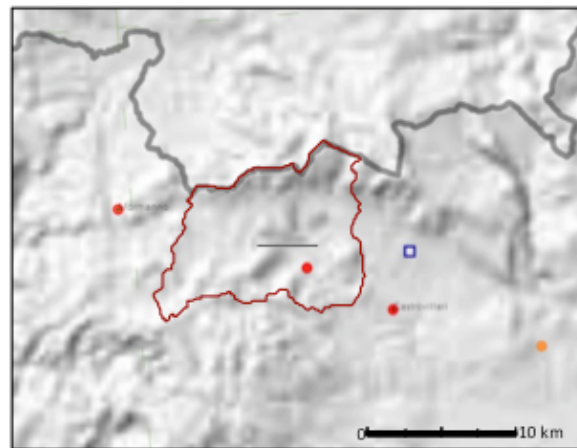
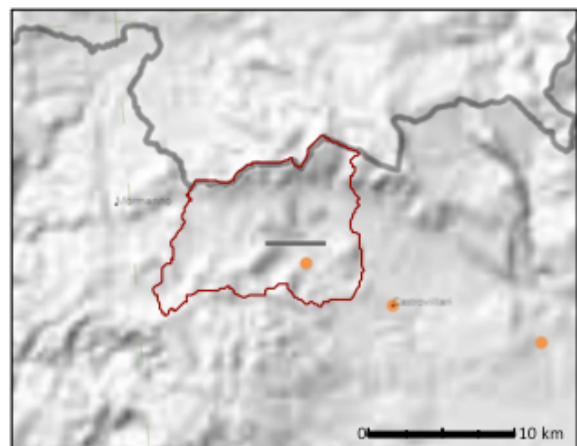


Fig. 2- Evento sismico *far field*, avvenuto il 1783 con intensità MCS a Morano $I = 7$ e distanza epicentrale $D > 100$ km



· *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2011 a cura di A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi. Milano. Bologna*

SISMICITÀ STORICA (1000-2006) NEL TERRITORIO COMUNALE DI MORANO C.

DATA				EFFETTI <i>Intensità al sito di Morano Is (MCS)</i>	AREA EPICENTRALE		
<i>anno</i>	<i>mese</i>	<i>giorno</i>	<i>ora</i>		<i>Località</i>	<i>Intensità lo</i>	<i>Magnitudo Mw</i>
1693	01	08	22:15	8	Calabria settentrionale	8	5.67
1783	03	28	18:55	7	Calabria	11	6.98
1832	03	08	18:30	5	Crotonese	10	6.59
1894	05	28	20:15	4	Pollino	7	5.08
1905	09	08	01:43	-	Calabria meridionale	-	7.04
1966	07	06	04:24	-	Lucania	4	4.62
1980	11	23	18:34	5	Irpinia-Basilicata	10	6.89
1988	01	08	13:05	6	Appennino lucano	7	4.73
1990	05	05	07:21	4-5	Potentino	7-8	5.80
1996	04	03	13:04	-	Irpinia	6	4.93
1996	04	27	00:38	4-5	Cosentino	6-7	4.86
1998	09	09	06:20	2-3	Appennino lucano	-	4.15
1998	09	09	11:28	5-6	Appennino calabro-lucano	6-7	5.64
1998	09	23	18:44	4	Appennino lucano	-	4.17
1999	01	16	00:19	3-4	Appennino lucano	5-6	4.16
1999	03	14	22:01	3-4	Appennino lucano	5	3.88
1999	05	02	04:54	2	Appennino lucano	4-5	3.90

Tab. 1- Eventi sismici storici registrati a Morano C. estratti e rielaborati dal CPTI

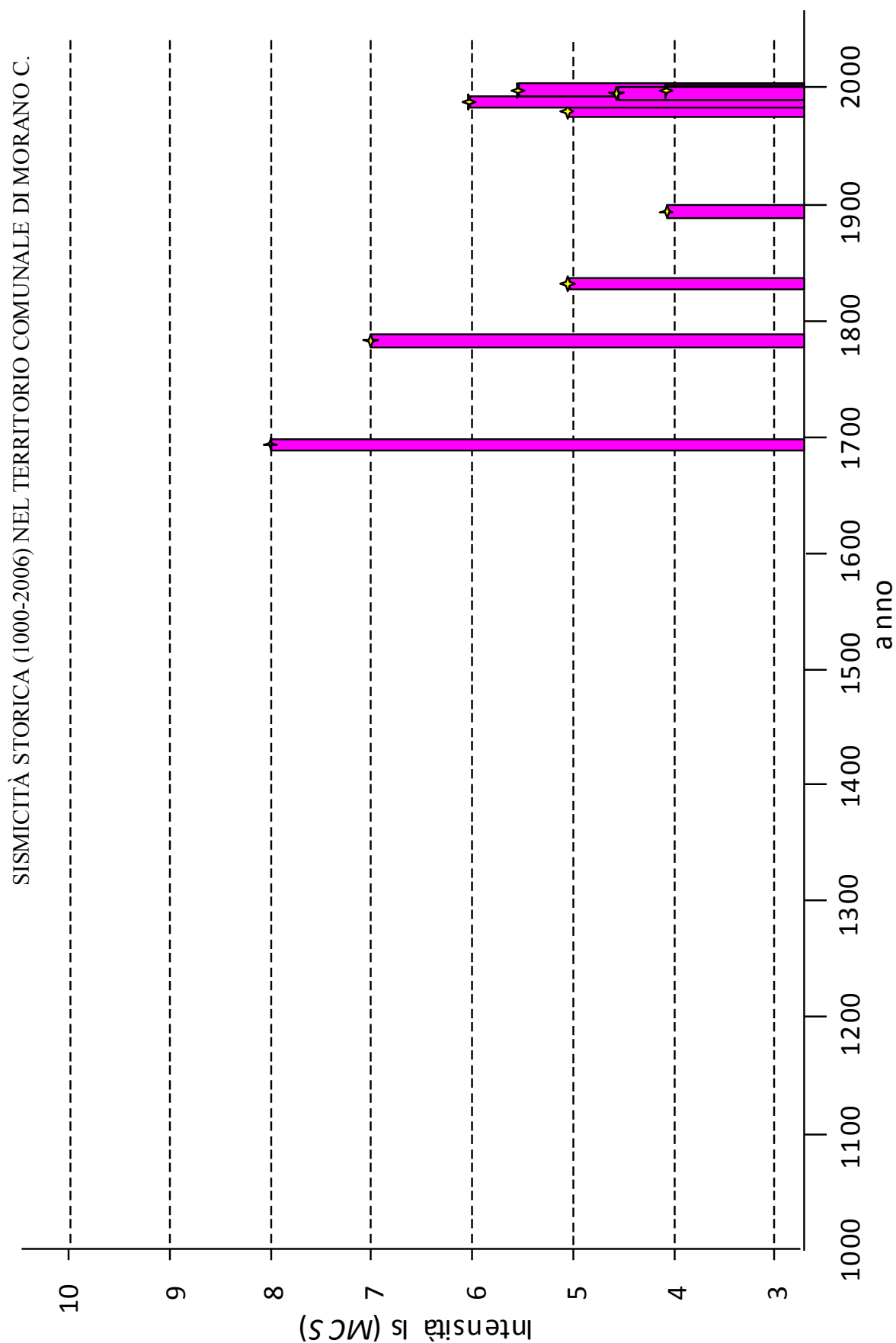


Fig. 3- Eventi sismici storici registrati a Morano C. diagrammati in funzione dell'intensità

2.2 Sismicità recente e registrazioni accelerometriche

La sismicità recente al di sopra della soglia di danno è monitorata da una rete di stazioni digitali permanenti e temporanee, conosciuta come rete accelerometrica nazionale (RAN) gestita dalla Dipartimento della Protezione Civile Nazionale. A Morano dal 19 ottobre 2012 è stata ubicata a quota 1.042 m s.l.m. una stazione temporanea, codificata *OMOR* (fig. 4), mentre la stazione permanente più prossima al territorio comunale è la stazione di Castrovillari, codificata *CVL*, che si trova ubicata dal 2001 accanto il serbatoio comunale dell'acqua, su un sottosuolo di categoria A e categoria topografica T1.



Fig. 4 - Visualizzazione della stazione accelerometrica temporanea di Morano Calabro

La sismicità recente ha riguardato l'inquadramento del territorio comunale nella "sequenza del Pollino" (fig. 5-8), sciame sismico iniziato nell'autunno 2010, che ha avuto la sua massima intensità a Mormanno il 25 ottobre 2012 con una magnitudo pari a $M_w=5.2$. In tale sequenza l'evento che ha avuto come epicentro il territorio di Morano Calabro, è avvenuto il 28 maggio 2012, con magnitudo $M_w=4.3$, provocando lesioni ad alcuni edifici.

Dalla stazione sismometrica di Morano C. sono state estratti, per l'anno 2012 disponibile (fig. 9), n° 6 eventi sismici, di cui quello più significativo è stato registrato in data 25/10/2012, con epicentro a Mormanno, con un accelerogramma caratterizzato da un picco dell'accelerazione, nella componente E-W, pari a $PGA=170\text{ cm/s}^2$, e relativo picco di spostamento $PGD=0.66\text{ cm}$.

· in occasione di eventi sismici con magnitudo $M_w > 5$, il Dipartimento della Protezione Civile, in coordinamento con l'INGV installa reti mobili nell'area epicentrale per una migliore definizione della sequenza sismica in atto.

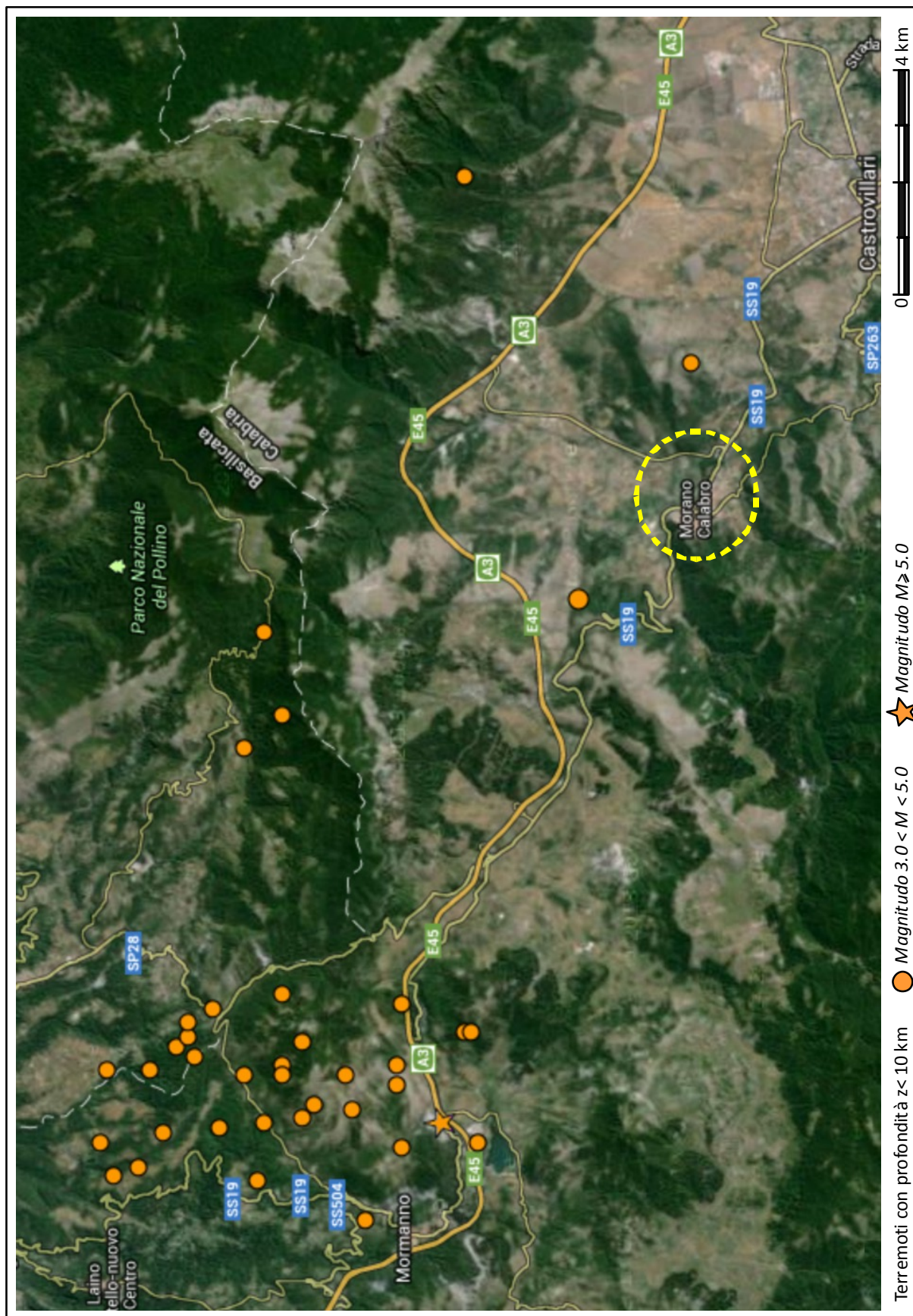


Fig. 5- Inquadramento del centro abitato di Morano Calabro nella sequenza sismica recente del Pollino

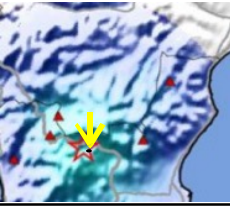
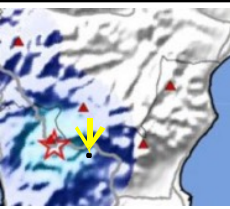
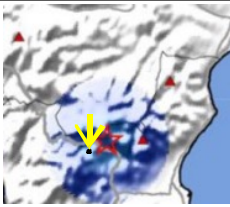
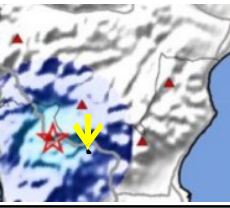
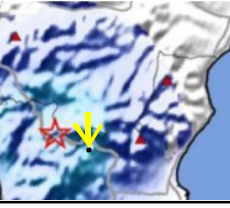
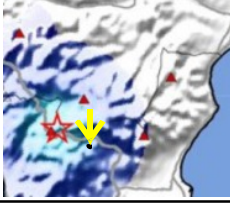
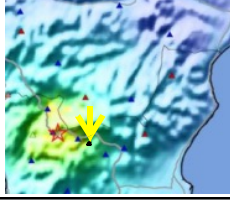
DATA <i>mese giorno ora</i>	AREA EPICENTRALE	EFFETTIA MORANO C. <i>Intensità al sito Is (MCS)</i>
05 28 01:26	<p><u>Pollino</u> Intensità $I_0 = VI$</p> <p>Magnitudo $M_w = 4.3$</p> 	VI
08 19 05:45	<p><u>Pollino</u> Intensità $I_0 = VI$</p> <p>Magnitudo $M_w = 3.7$</p> 	VI
08 26 03:44	<p>Pollino Intensità $I_0 = V$</p> <p>Magnitudo $M_w = 3.0$</p> 	V
09 01 02:02	<p><u>Pollino</u> Intensità $I_0 = V$</p> <p>Magnitudo $M_w = 3.4$</p> 	IV
09 14 03:50	<p>Pollino Intensità $I_0 = VI$</p> <p>Magnitudo $M_w = 3.7$</p> 	VI
10 01 08:28	<p>Pollino Intensità $I_0 = VI$</p> <p>Magnitudo $M_w = 3.6$</p> 	VI
10 25 23:05	<p><u>Pollino</u> Intensità $I_0 = VII$</p> <p>Magnitudo $M_w = 5.2$</p> 	VII

Fig. 6- Il sito di Morano C. inquadrato negli eventi sismici recenti (2012) della sequenza del Pollino

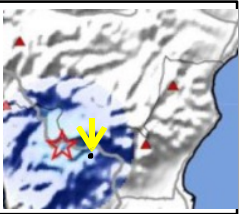
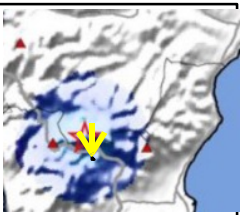
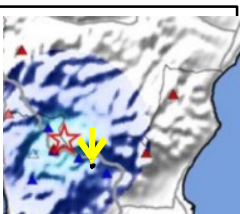
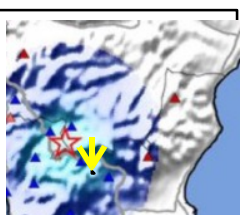
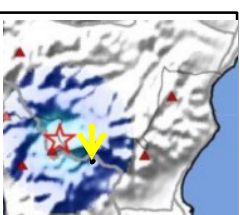
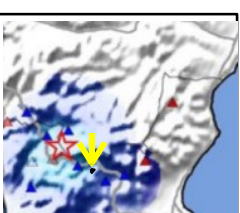
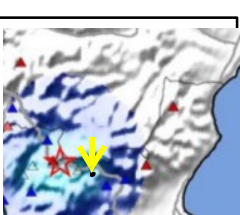
DATA <i>me se gi or no o ra</i>	AREA EPICENTRALE	EFFETTIA MORANO C. <i>Intensità al sito Is (MCS)</i>
10 28 10:13	Pollino <i>Intensità Io= V</i> <i>Magnitudo Mw=3.2</i> 	V
11 08 11:11	Pollino <i>Intensità Io= V</i> <i>Magnitudo Mw=3.0</i> 	V
11 22 01:59	Pollino <i>Intensità Io= V</i> <i>Magnitudo Mw=3.3</i> 	V
11 25 08:28	<u>Pollino</u> <i>Intensità Io= VI</i> <i>Magnitudo Mw=3.7</i> 	V
11 28 12:37	<u>Pollino</u> <i>Intensità Io= V</i> <i>Magnitudo Mw=3.1</i> 	IV
11 30 03:33	<u>Pollino</u> <i>Intensità Io= V</i> <i>Magnitudo Mw=3.2</i> 	IV
12 11 02:28	<u>Pollino</u> <i>Intensità Io= V</i> <i>Magnitudo Mw=3.4</i> 	V

Fig. 7- Il sito di Morano C. inquadrato negli eventi sismici recenti (2012) della sequenza del Pollino

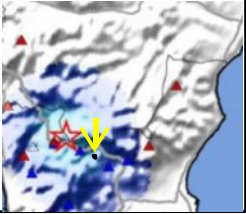
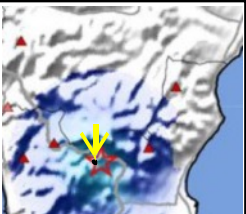
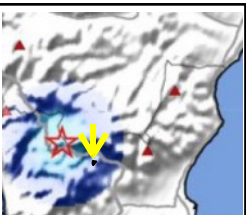
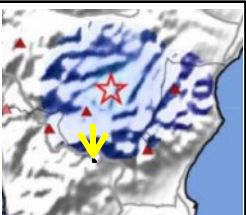
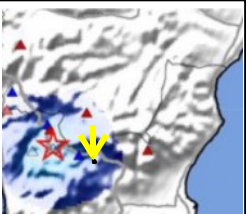
DATA <i> mese giorno ora</i>	AREA EPICENTRALE	EFFETTIA MORANO C. <i> Intensità al sito Is (MCS)</i>
12 13 04:44	Pollino <i> Intensità Io= V</i> <i> Magnitudo Mw=3.0</i> 	V
12 18 11:03	Pollino <i> Intensità Io= V</i> <i> Magnitudo Mw=3.4</i> 	V
03 17 10:46	Pollino <i> Intensità Io= V</i> <i> Magnitudo Mw=3.2</i> 	IV
05 13 06:28	Pollino <i> Intensità Io= V</i> <i> Magnitudo Mw=3.2</i> 	I
06 05 09:26	Pollino <i> Intensità Io= V</i> <i> Magnitudo Mw=3.0</i> 	IV

Fig. 8- Il sito di Morano C. inquadrato negli eventi sismici recenti (2012-2013) della sequenza del Pollino

DATA	ORA	Z (km)	M _L	DIR.	DIST.EPIC. (km)	PGA (cm/s ²)	PGV (cm/s)	PGD (cm)	PSA ₀₃ (cm/s ²)	PSA ₁₀ (cm/s ²)	PSA ₃₀ (cm/s ²)	EMS
25/10/2012	23:05	6.3	5.0	E-W	6.95	170.00	8.70	0.66	530.0	50.00	3.60	VII
22/11/2012	01:59	9.0	3.3	N-S	8.08	9.20	0.21	0.01	11.0	0.41	0.07	V
25/11/2012	08:28	7.5	3.7	E-W	8.24	16.00	0.60	0.02	24.0	1.40	0.16	V
30/11/2012	03:03	5.1	3.2	E-W	8.52	8.20	0.23	0.01	9.8	0.52	-	IV
11/12/2012	14:28	10.0	3.4	N-S	6.59	28.00	0.60	0.02	30.0	1.10	-	V
13/12/2012	04:44	7.7	3.0	E-W	6.48	15.00	0.35	0.02	21.0	1.00	0.12	V

Z= profondità epicentrale

M_L= magnitudo locale

Dir.= componente maggiore scuotimento

Dist. Epic.= distanza epicentrale, Morano C.-Mormanno

PGA= picco accelerazione al suolo

PGV= picco di velocità al suolo

PGD= spostamento al suolo

PSA₀₃, PSA₁₀, PSA₃₀= accelerazione spettrale a 3, 10, 30 s

EMS= intensità strumentale

2.3 Carte di pericolosità di base

La pericolosità sismica di base è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo espresso in anni, in una specifica area si verifichi un evento sismico di entità pari ad un valore prefissato. La probabilità è denominata probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento. Le mappe della pericolosità sismica sul territorio nazionale, sono state ottenute applicando il metodo deterministico. Tale metodo per la valutazione della pericolosità è fondato sulle informazioni fornite dalla storia sismica di un sito, e determina il tasso di probabilità che il moto superi un certo limite entro un intervallo di tempo prefissato.

Il territorio comunale di Morano Calabro è stato classificato in zona sismica "2", in base all'O.P.C.M. 3274 e s.m.i., ed inquadrato in una maglia rettangolare (fig. 10), con griglia a passo 0.05 gradi, in cui la pericolosità sismica assume, in termini di valori di accelerazione orizzontale massima al suolo a_g (frazione dell'accelerazione di gravità) riferita a suoli rigidi o *bedrock* di riferimento, per un periodo di ritorno $T_r = 50$ anni, il seguente *range* di valori: $a_g = 0.250 \div 0.275$, con valori di probabilità di eccedenza del 10%.

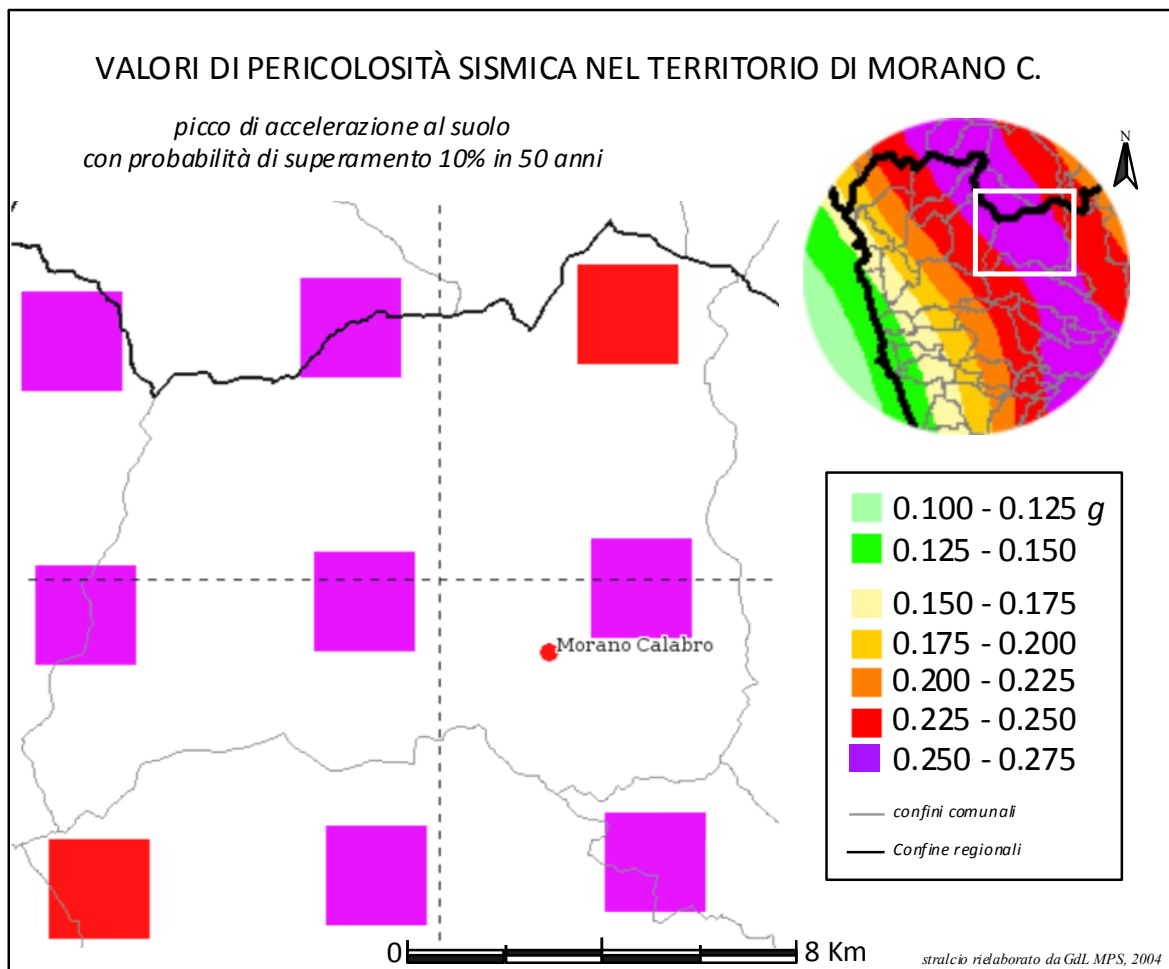


Fig. 10- Inquadramento dell'area di studio nei valori di accelerazione massima regionali

Per quanto concerne i parametri mappati di microzonazione sismica a scala comunale nel territorio di Morano Calabro, questi sono stati estratti da un *database* e dalla mappatura cromatica del Servizio Sismico Nazionale; stralciati e rielaborati (tab. 2 e fig. 11-12) per il territorio comunale di interesse.

Il comune di Morano Calabro, individuato nel codice ISTAT "18078039", presenta lo scuotimento parametrizzato in forma di PGA (*Peak Ground Acceleration*), cioè di picco di accelerazione al suolo, per periodi di ritorno $Tr = 47 \div 2475$, in un *range* $PGA = 0.05226 \div 0.34657$, mentre l'intensità macrosismica massima, espressa in scala MCS (*Mercalli-Cancani-Sieberg*), risulta in un *range* $I = 6.4 \div 8.8$ per tempi di ritorno $Tr = 95 \div 2475$ anni.

I valori spettrali di pseudovelocità PSV oscillano per un periodo di vibrazione $\Delta t = 2 \div 0.10$ sec, per $Tr = 95$ anni, $PSV = 11.05 \div 2.92$, mentre quelli di pseudoaccelerazione, sempre per $Tr = 95$ anni e per lo stesso periodo di vibrazione suddetto, $PSA = 0.034 \div 0.192$.

L'intensità di *Housner* I_H (o intensità dello spettro di risposta) è definita come l'integrale tra $0.1 \div 0.5$ sec dello spettro di risposta di pseudo-velocità nel periodo di vibrazione Δt considerato. Tale parametro di intensità del moto sismico è correlato al danno potenziale atteso per effetto del terremoto in esame, dal momento che la maggior parte delle strutture ha un periodo fondamentale di vibrazione nell'intervallo compreso tra $0.1 \div 2.5$ sec. Dimensionalmente tale intensità è uno spostamento espresso in cm. Per il territorio comunale di interesse, per $Tr = 95$ anni, si ottiene $I_H = 3.77$ per un periodo $\Delta t = 0.1 \div 0.5$ sec e $I_H = 22.42$ per un periodo $\Delta t = 0.2 \div 2$ sec.

Per la visualizzazione completa dei parametri di sismicità si rimanda alla tab. 2 ed alle figure seguenti che esprimono i valori suddetti in termini di mappe cromatiche.

· Naso G., Petitta M. & Scarascia Mugnozza G. 2005 - La Microzonazione Sismica. Metodi, esperienze e normativa. Dipartimento della Protezione Civile - Servizio Sismico Nazionale. Università di Roma "La Sapienza" - Dipartimento di Scienze della Terra.



PARAMETRI DI MICROZONAZIONE DI MORANO C.

Frequenze medie annue per le diverse intensità I (MCS)					
I= 5	I= 6	I= 7	I= 8	I= 9	I= 10
0,05242	0,02200	0,00563	0,00263	0,00084	0,00002

Frequenze medie annue per diversi intervalli di accelerazione (0.12 g)

PGA=0.1	PGA=0.22	PGA=0.34	PGA=0.46	PGA=0.58	PGA=0.70	PGA=0.82	PGA=0.94	PGA=1.06	PGA=1.18	PGA=1.30	PGA=1.42
0,06330826	0,00246536	0,00047146	0,00015091	0,00006320	0,00003095	0,00001661	0,00000940	0,00000508	0,00000318	0,00000262	0,00000121

Valori medi di intensità MSC per diversi periodi di ritorno

Tr= 95 anni	Tr=475 anni	Tr=975 anni	Tr=2475 anni
6,4	8,0	8,4	8,8

Valori di picco dell'accelerazione del terreno PGA (g) per diversi periodi di ritorno (espressi come valori medi e valori medi + σ della relazione di attenuazione)

Tr=47 anni	Tr= 95 anni	Tr=47 anni	Tr= 95 anni	Tr=475 anni	Tr=975 anni	Tr=2475 anni
0,05226	0,07143	0,13488	0,06667	0,09218	0,24420	0,34657

Pseudovalori spettrali di velocità PSV con TR= 95 anni

		T= 1 sec		T= 0.75 sec		T= 0.5 sec		T= 0.4 sec		T= 0.3 sec		T= 0.2 sec		T= 0.15 sec		T= 0.10 sec		T= 0.1-0.5 sec		T= 0.2-2.0 sec	
11,05212	12,45180	13,66708	13,70310	12,98557	11,96421	10,50483	7,26291	5,16995	2,92882	3,77262	22,42238										

Pseudovalori spettrali di velocità PSV con TR= 475 anni

		T= 1 sec		T= 0.75 sec		T= 0.5 sec		T= 0.4 sec		T= 0.3 sec		T= 0.2 sec		T= 0.15 sec		T= 0.10 sec		T= 0.1-0.5 sec		T= 0.2-2.0 sec	
28,35918	31,75032	34,75890	34,24381	30,36630	26,68113	22,38838	14,66555	10,25625	5,75803	55,51483											

Pseudovalori spettrali di accelerazione PSA con TR= 95 anni

		T= 1.5 sec		T= 1 sec		T= 0.75 sec		T= 0.5 sec		T= 0.4 sec		T= 0.3 sec		T= 0.2 sec		T= 0.15 sec		T= 0.10 sec	
0,03495	0,05399	0,08847	0,11838	0,16936	0,19599	0,23134	0,24060	0,22845	0,19275										

Pseudovalori spettrali di accelerazione PSA con TR= 475 anni

		T= 1.5 sec		T= 1 sec		T= 0.75 sec		T= 0.5 sec		T= 0.4 sec		T= 0.3 sec		T= 0.2 sec		T= 0.15 sec		T= 0.10 sec	
0,09047	0,13640	0,22318	0,29368	0,39077	0,43192	0,48447	0,48011	0,44827	0,37685										

Pseudovalori spettrali di accelerazione PSA con TR= 975 anni

		T= 1.5 sec		T= 1 sec		T= 0.75 sec		T= 0.5 sec		T= 0.4 sec		T= 0.3 sec		T= 0.2 sec		T= 0.15 sec		T= 0.10 sec	
0,12936	0,19519	0,31891	0,41775	0,54899	0,59610	0,65897	0,63747	0,58885	0,49291										

Pseudovalori spettrali di accelerazione PSA con TR= 2475 anni

		T= 1.5 sec		T= 1 sec		T= 0.75 sec		T= 0.5 sec		T= 0.4 sec		T= 0.3 sec		T= 0.2 sec		T= 0.15 sec		T= 0.10 sec	
0,19538	0,29582	0,48539	0,63564	0,82398	0,88187	0,96026	0,90206	0,82214	0,68349										

Tab.2- Elaborazione dei valori tabulati dei parametri di macrosismicità relativi al comune di Morano Calabro

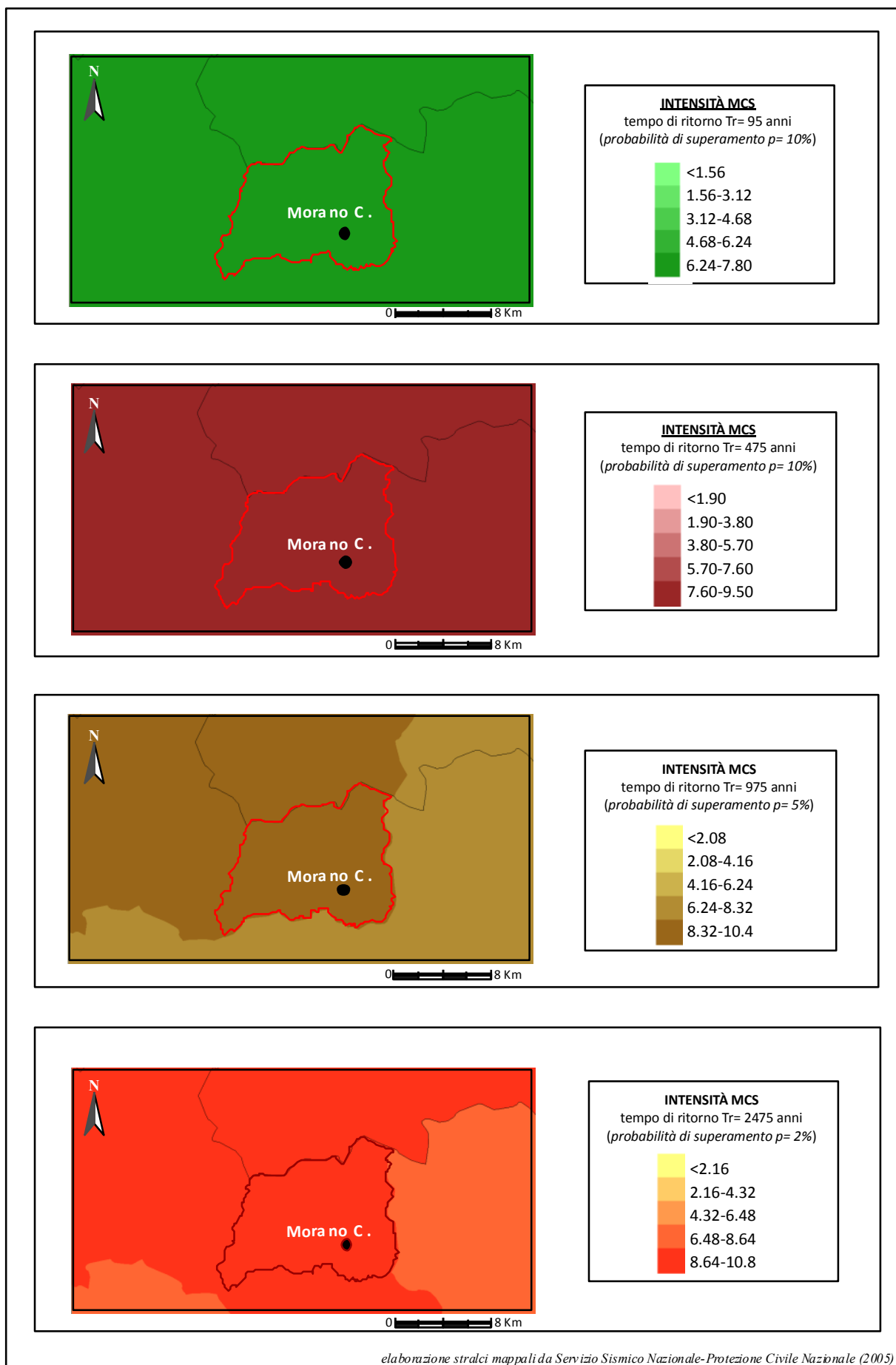


Fig. 11- Inquadramento del territorio di Morano C. nella distribuzione delle intensità macrosismiche

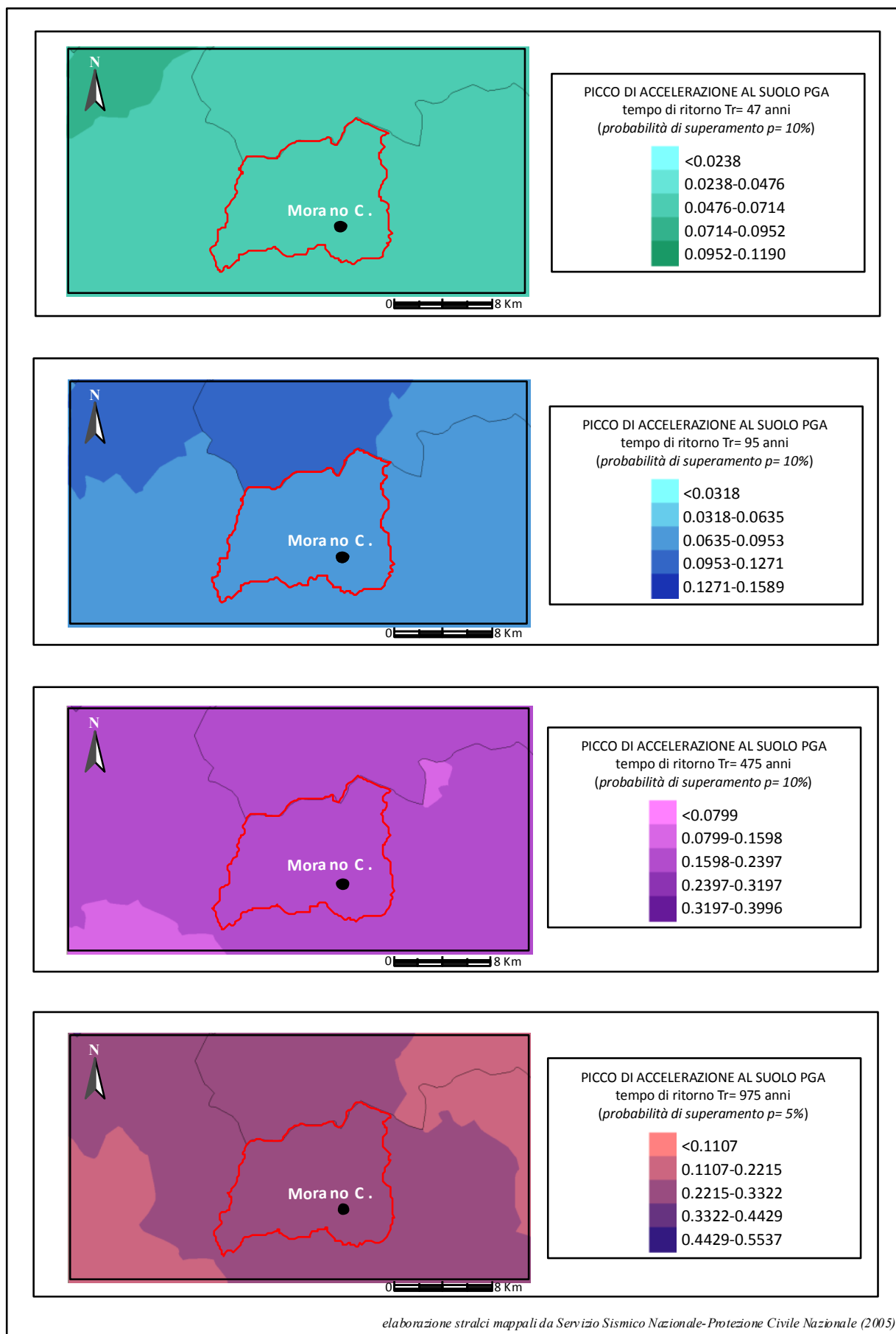


Fig. 12- Inquadramento del territorio di Morano C. nella distribuzione delle accelerazioni al suolo

2.4 Faglie attive

Per zona sismogenetica (o zona sorgente) si intende quell'area epicentrale generatrice di terremoti appartenenti ad una classe di eventi rappresentabili con una medesima descrizione statistica. Nelle valutazioni di rischio che utilizzano l'approccio di *Cornell*, ogni zona sismogenetica (ZS), rappresentata da un poligono, viene assunta come omogenea, e quindi i terremoti di intensità medio-alta sono uniformemente distribuiti, cioè possono verificarsi in ogni punto con la medesima probabilità di comparsa su tutta la zona e seguano la stessa legge di ricorrenza. Nel contesto cinematico e sismotettonico della Appennino Meridionale e del complesso montuoso del Pollino in particolare, l'area si inquadra nella nuova zonazione sismogenetica ZS9, proposta da *Meletti et al.*, (2008), in un settore dalla fascia "927", zona orientata NNW-SSE, caratterizzata da meccanismi di rottura attesi con prevalenza del tipo *dip-slip* (distensivi) e subordinatamente del tipo *strike-slip* (trascorrenti).

Lo studio della fagliazione superficiale e quindi delle strutture tettoniche attive nel territorio di Morano Calabro, è stato eseguito a partire dalla consultazione del *database* nazionale ITHACA (*Italy Hazard from Capable Faults*), che evidenzia la presenza di almeno una faglia cosiddetta "capace", responsabile di attivazione di possibili terremoti e di rotture superficiali e deformazioni del terreno. L'inquadramento dell'area di interesse nel sistema di faglie capaci è visualizzato in fig. 13, rielaborata nel dettaglio dagli scriventi.

In particolare il centro abitato comunale è sfiorato da una faglia attiva, a prevalente componente distensiva, classificata con cod. 34400 "Morano", per una lunghezza pari a circa 5 km, su cui attualmente non sono presenti studi ed indagini di dettaglio.

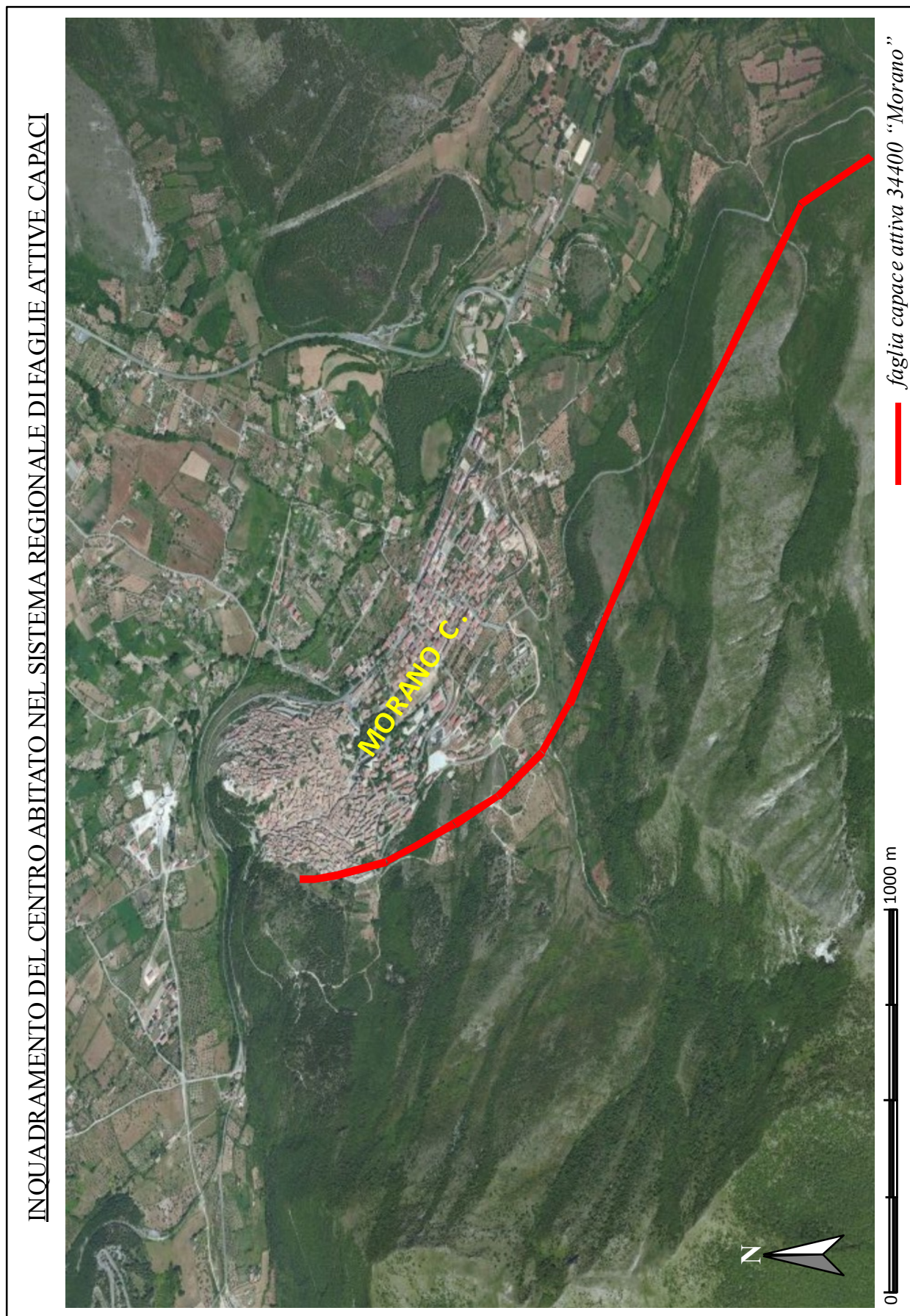


Fig. 13- Visualizzazione della faglia attiva capace al di sotto del centro abitato di Morano C.

Capitolo 3 - Assetto geologico e geomorfologico dell'area

L'area di studio, posta lungo il versante calabrese della Catena del Pollino, è geologicamente definita da vari autori come il piccolo bacino intermontano di Morano Calabro. Esso rappresenta una depressione tettonica quaternaria generata in una zona di taglio trascorrente ed evolutasi successivamente in un diverso regime. Difatti l'analisi dei dati stratigrafici, strutturali e geomorfologici da sostegno alla tesi della storia deformativa polifasica caratterizzata dal cambiamento delle direzioni di massima estensione nel tempo. In particolare si registra un evidente passaggio da condizioni transtensive dominanti nel corso del Pleistocene inferiore a condizioni estensionali a partire dal Pleistocene medio, in risposta al cambiamento cinematico della Catene del Pollino. L'evoluzione morfologica del bacino è dunque fortemente controllata dalla tettonica recente e ricalca il quadro cinematico già delineato in settori limitrofi del confine calabro-lucano.

Per la ricostruzione deposizionale del bacino sono stati utilizzati vari pubblicazioni e studi.

3.1 Lineamenti geologico-strutturali

Il bacino di Morano Calabro costituisce una piccola depressione tettonica posta nel settore più meridionale della catena subappenninica carbonatica, al bordo sud-occidentale della catena del Pollino (fig.14). L'analisi litostratigrafica e morfostrutturale dei depositi quaternari, hanno permesso ai diversi autori, di ricostruire la cinematica di apertura del bacino e le sue tappe evolutive fino all'attuale configurazione. Perri e Schiattarella, 1997

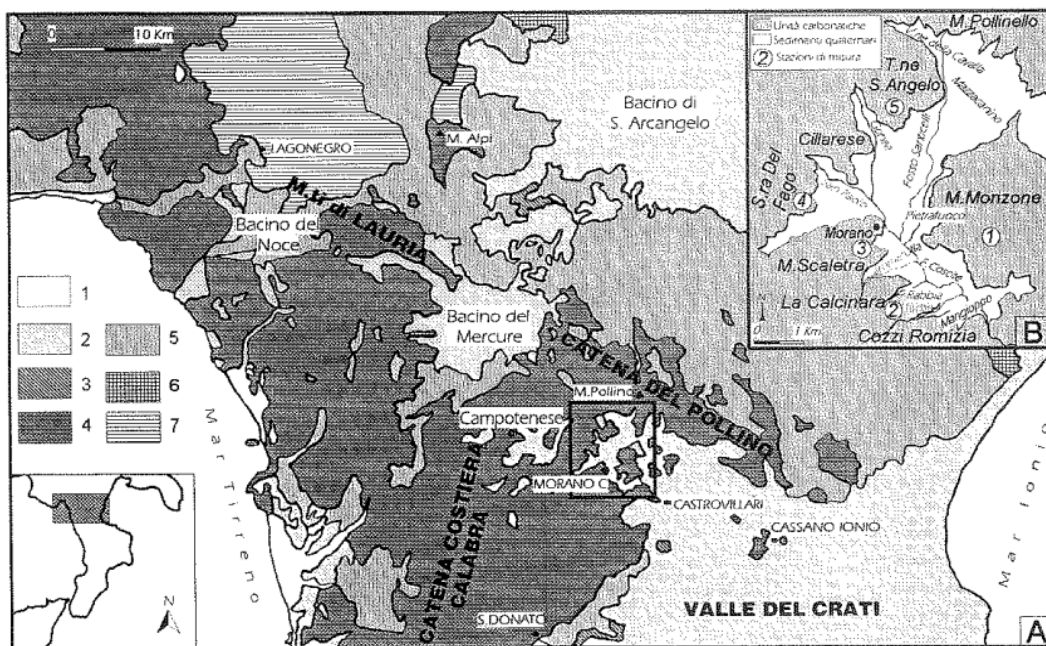


Fig.14 - Schema geologico del confine calabro-lucano (A). LEGENDA: 1) Alluvioni e sedimenti di piana costiera attuali; 2) Depositi marini e continentali plio-quaternari; 3) Terreni clastici tortoniano-messiniani della Catena Costiera Calabra; 4) Carbonati di piattaforma meso-cenozoici; 5) Complesso Liguride; 6) Unità Sicilidi; 7) Successioni bacinali meso-cenozoiche della «Serie calcareo-silico-marnosa» Auct. (Unità Lagonegresi). Nel riquadro (B): Schema geologico semplificato (substrato meso-cenozoico e depositi quaternari) del bacino di Morano Calabro, con toponimi e ubicazione delle stazioni di rilevamento strutturale.

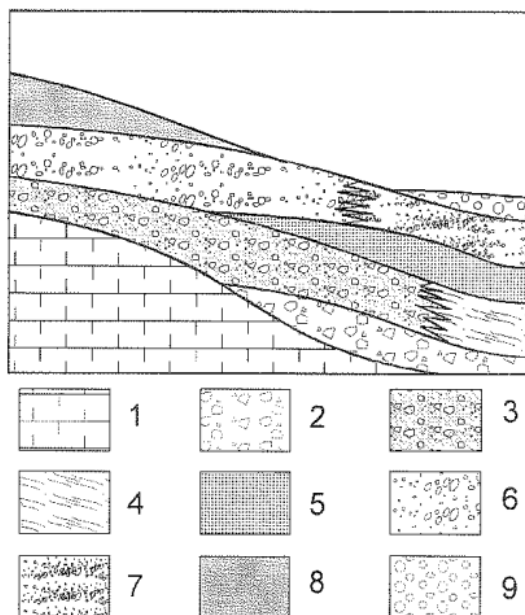
I terreni affioranti a sud ovest della Linea del Pollino che costituiscono il substrato pre-quadernario del bacino di Morano Calabro, sono rappresentati prevalentemente da successioni calcareo-dolomitici meso-cenozoici appartenenti all'Unità di Verbicaro (Amodio Morelli et alii, 1976) ed alla stessa Unità Alburno-Cervati-Pollino secondo letto et alii (1992).

Sul substrato carbonatico poggiano le breccie di versante eterometriche, i sedimenti continentali più antichi del Bacino di Morano Calabro, con clasti da centimetrici a decimetrici, cementate, con matrice terrosa a luoghi molto abbondante di colore rosso mattone (breccie antiche) con spessore originario non definibile. Le breccie stratificate si presentano invece con aspetto stratoide dovuto all'alternanza di strati cementati e strati terrosi. Eterometriche, costituiscono corpi sedimentari di forma irregolare che vanno a riempire il fondo e i bordi delle principali valli del bacino con spessori variabili da pochi metri a qualche decina. Sia le breccie antiche che quelle stratificate rappresentano depositi di versante crioclastici.

Verso il centro del bacino affiorano, in eteropia con le breccie stratificate, silt argillosi massivi con spessori metrici e sabbie da fini a molto grossolane stratificate, che sono il risultato di esondazioni di piccoli specchi d'acqua effimeri della pianura alluvionale.

Sovrapposta alle breccie stratoidi troviamo una prima generazione di cono detritici, osservabili nella porzione meridionale del bacino, con una selezione decisamente bassa come le breccie antiche ma a granulometria nettamente inferiore ed un leggero arrotondamento dei clasti. Gli spessori si attestano intorno ai 20-30 metri nelle porzioni più potenti.

Una seconda generazione di cono detritici, tuttora attivi, è rappresentata da depositi di conoide di piana alluvionale che chiude la successione quadernaria del Bacino di Morano. Sono costituite da breccie sciolte o debolmente cementate in matrice sabbiosa e microconglomerati sabbiosi. I sedimenti appaiono molto selezionati.



Perri e Schiattarella, 1997

Fig.15 - Schema dei rapporti stratigrafici dei depositi quadernari del bacino di Morano Calabro. LEGENDA: 1) Substrato meso-cenozoico; 2) «Breccie antiche»; 3) «Breccie stratificate»; 4) Depositi lacustri; 5) Coni detritici di prima generazione; 6) Depositi di conoide alluvionale; 7) Depositi di piana alluvionale; 8) Coni detritici di seconda generazione; 9) Alluvioni recenti.

L'assetto strutturale del bacino è complesso e comprende non solo faglie normali, inverse e trascorrenti ma anche pieghe e scaglie tettoniche. Gli studi eseguiti hanno portato all'individuazione di più famiglie di faglie e di attribuire loro diversi comportamenti cinematici, come di seguito riportato:

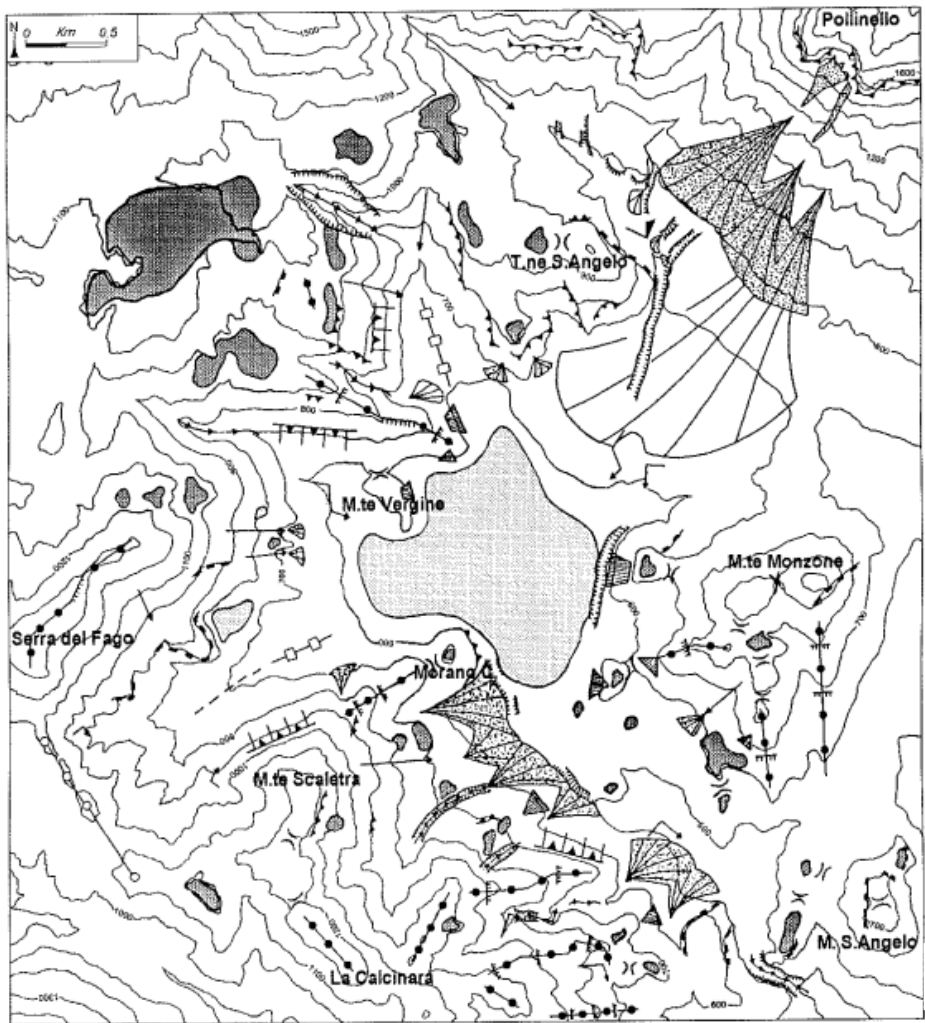
- N45-70°W con faglie sia trascorrenti sinistre che dirette. Subordinatamente si rilevano faglie transtensive destre;
- N0-20°E con faglie trascorrenti destre e transtensive sinistre;
- N40-60°E con faglie trascorrenti sia destre che sinistre;
- N10-30°W con faglie chiaramente estensionali;
- E-W con faglie da trascorrenti a dirette.

La tettonica responsabile della configurazione morfostrutturale del bacino suggerisce l'esistenza di tre stadi deformativi. La prima fase (D1) genera un'associazione strutturale data da faglie appenniniche trascorrenti sinistre ed antiappenniniche dirette o transtensive con una direzione di estensione orientata a 140°N che formano il bacino. Alle faglie maggiori transtensive si deve la formazione di una depressione allungata in direzione antiappenninica. La seconda fase (D2) riattiva le faglie appenniniche come dirette mentre le strutture fragili antiappenniniche e meridiane assumono il carattere di faglie di trasferimento trascorrenti sia destre che sinistre, la direzione di massima estensione è N30°, in questa fase i rilievi carbonatici raggiungono i massimi rigetti verticali rispetto ai bacini pedemontani, vanno ascritte a questa fase le numerose valli sospese, e le forme carsiche troncate lungo le cornici sommitali dei versanti meridionali. La terza fase D3 genera faglie dirette in un range N10-30°W con una nuova direzione di estensione massima orientata N60°.

3.2 inquadramento geomorfologico del territorio

L'area comunale di Morano calabro si presenta con differenti morfostrutture, difatti si passa dalle zone montuose del Pollino con versanti molto acclivi ed incisioni vallive pronunciate all'altopiano di Campotenese che occupa il fondovalle dell'omonimo bacino formatosi dal riempimento della depressione tettonica posta tra i rilievi carbonatici, fino alla sub-pianeggiante zona di fondovalle o settore delle aree alluvionali. Quest'ultima morfostruttura è rappresentata dalle aree depresse del Bacino di Morano riempite dai sedimenti quaternari, ed in particolare si osservano due depressioni allungate in due direzioni principali ortogonali fra loro (NW-SE e NE-SW). La depressione maggiore è quella che si estende per 5 Km in senso NE-SW a partire dalle pendici del Monte Pollinello. In corrispondenza della zona più pianeggiante di tale depressione si apre verso sud-ovest la valle del Fiume Coscile, costituito da un andamento sinuoso che attraversa le strette incisioni dei valloni per poi sfociare nel bacino di

Castrovillari. In tutta l'area del bacino i versanti dei rilievi si raccordano con i fondovalle mediante bruschi salti di pendenza, a maggior modo nella parte nord-occidentale a causa della più piatta morfologia dei fondovalle. I versanti e i crinali presentano inoltre numerose discontinuità altimetriche e plano-altimetriche. Le superfici spianate vengono distinte in deposizionali ed erosionali, le prime sono rappresentate dalla piana alluvionale che copre che copre la parte più depressa del bacino, la seconda comprende i lembi di superfici di spianamento poste a quote diverse. Il reticolo idrografico, ben sviluppato, mostra i segni del deflusso superficiale ad opera della struttura tettonica. Difatti si può osservare come gli ordini gerarchici più bassi coincidano con le direzioni di deflusso controllate dai sistemi di fratturazione che pervadono i corpi rocciosi.



Perri e Schiattarella, 1997

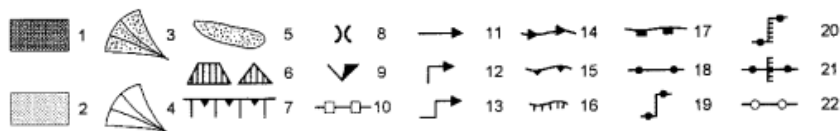


Fig.16 Schema morfostrutturale del bacino di Morano. LEGENDA: 1) Lembo di superficie erosionale suborizzontale (inclinazione <math>< 10^\circ</math>); 2) Superficie deposizionale (inclinazione <math>< 4^\circ</math>); 3) Conoide di deiezione; 4) Conoide alluvionale; 5) Falda detritica; 6) Faccette triangolari o trapezoidali; 7) Versante a sviluppo rettilineo; 8) Sella; 9) Valle asimmetrica; 10) Valle a fondo piatto; 11) Tratto di corso d'acqua rettilineo; 12) Gomito fluviale; 13) Doppio gomito fluviale; 14) Forra, canale inciso o in erosione accelerata; 15) Orlo di scarpata modellato dai processi di degradazione; 16) Scarpata di erosione fluviale; 17) Orlo di scarpata; 18) Cresta a sviluppo rettilineo; 19) Discontinuità planimetrica di un crinale; 20) Discontinuità plano-altimetrica di un crinale; 21) Discontinuità altimetrica di un crinale; 22) Allineamento di vette.

Capitolo 4 – Dati geotecnici e geofisici

I dati necessari allo studio di microzonazione sismica sono stati ottenuti dalla consultazione diretta presso l'Ufficio Tecnico del comune di Morano Calabro, dei data base catalogati ed allegati a precedenti progetti ed in particolare al Piano Strutturale Comunale, ed integrati con successive indagini effettuate nel territorio comunale dagli scriventi in occasione di altri studi e progetti. Inoltre sono stati consultati i dati presenti nelle banche dati nazionali più significative ai fini della microzonazione.

L'ubicazione di tutte le indagini considerate ricadenti nell'area in esame, sono riportate nella "Carta delle Indagini" redatta secondo le specifiche contenute nel volume "Standard di rappresentazione ed archiviazione informatica" della Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica.

L'insieme dei dati raccolti ha permesso di disporre di un totale di 46 indagini puntuali e di 41 indagini lineari, catalogati ed archiviati tramite il software "SoftMS" fornito dal Dipartimento della Protezione Civile e cartografati mediante software Arc-Gis con apposita simboleggiatura secondo la legenda prevista negli standard per l'informatizzazione degli studi di microzonazione.

Il catalogo delle indagini puntuali comprende n°39 sondaggi meccanici (in maggior parte eseguiti a carotaggio continuo con incluse determinazione geotecniche di laboratorio), n°3 indagini sismiche in foro Down-Hole e n°4 prove penetrometriche DPSH.

Le indagini lineari comprendono n°38 indagini sismiche a rifrazione e n°3 prospezioni sismiche con metodologia M.A.S.W..

L'intero catalogo delle indagini puntuali, lineari con allegate le prove geotecniche di laboratorio censite, sono allegate sotto forma di fascicolo indipendente al presente studio di microzonazione.

Capitolo 5 – Modello del sottosuolo

La modellazione del sottosuolo è stata eseguita partendo dalla Carta Geologico-Tecnica che accorpa le varie litostratigrafie presenti in unità litotecniche rappresentate essenzialmente da terreni di copertura e substrato geologico rigido/non rigido. I terreni di copertura comprendono le alluvioni ciottolose-sabbiose mobili, le alluvioni fissate dalla vegetazione o artificialmente, le antichi conoidi e detriti di falda e le sabbie e conglomerati e sono stati raggruppati come segue:

Terreni di copertura

GM	Ghiaie Limose, miscela di Ghiaia, sabbia e limo (Depositi colluviali e/o detritico-colluviali e detriti di falda) (GM)
GW	Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie (Depositi conglomerati e sabbiosi alluvionali e/o di antichi conoidi di deiezione) (GW)
SW	Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose (Depositi alluvionali recenti) (SW)

Il substrato geologico rigido/non rigido comprende i termini litoidi carbonatici, gli scisti filladici e l'alternanza di litotipi stratificati come appresso riportato:

Substrato geologico rigido/non rigido

LP	Lapideo (dolomie, breccie dolomitiche, calcari, calcareniti e calcilutiti).
NR	Substrato geologico non rigido (scisti filladici, filladi, filladi calcaree e calcescisti).
ALS	Alternanza di litotipi, stratificato (alternanza fliscioide di argilliti ed argilliti marnose fogliettate, calcari ed arenarie).

Le caratteristiche litotecniche delle unità sopra elencate sono state desunte, oltre che dal rilievo litologico e geomeccanico, dalle indagini lineari e puntuali censite per il presente studio di microzonazione e soprattutto dalle analisi di laboratorio ed in sito ad esse allegate.

Nel dettaglio, i terreni di copertura, comprendenti come già detto le alluvioni ciottolose-sabbiose mobili, le alluvioni fissate dalla vegetazione o artificialmente, le antichi conoidi e detriti di falda e le sabbie e conglomerati, facendo riferimento ai sondaggi ricadenti nelle suddette litologie, sono caratterizzati da un angolo di attrito $\phi = 19.7^\circ \div 36.3^\circ$, peso di volume naturale $\gamma = 1.88 \div 2.18$ t/mc, mentre per la frazione fine, si ottengono valori di coesione pari a

$c'=5.6\div 89.4$ KPa e valori dei limiti di Atterberg pari a $LL\%=34.8\div 49$, $LP\%=21.6\div 34$, oltre a $Wn\%=4.56\div 27.7$.

Per quanto concerne il substrato geologico rigido rappresentato da Calcari e Dolomie, formazioni lapidee stratificate o in parte massive di natura carbonatica, caratterizzate da intercalazioni o stratificazioni o alternanze di livelli o strati a diversa composizione e resistenza, del Miocene e Mesozoico, sono caratterizzati da valori di resistenza a compressione monoassiale variano da $\sigma= 226.13\div 876.27$ Kg/cm², mentre il peso di volume naturale è $\gamma= 2.51\div 2.71$ t/mc.

Per quanto concerne le altre unità litotecniche rappresentanti il substrato geologico, non si è ritenuto opportuno stimarne le caratteristiche fisico-meccaniche, anche per la mancanza di indagini, in quanto tali unità affiorano solo in aree montane lontane dall'area urbanizzata e urbanizzabile marginale al bacino di Morano.

CAPITOLO 6 – Interpretazioni e incertezze

Le principali incertezze derivano dalla mancanza di notizie reali sui danni subiti dall'abitato di Morano Calabro in occasione dei terremoti storici. Altra questione di incertezza è rappresentata dalla faglia attiva capace censita nel catalogo ITHACA e che lambisce l'abitato di Morano. Su tale struttura tettonica, di lunghezza di 5 Km, mancano studi e indagini di dettaglio che potrebbero determinare le caratteristiche sismogenetiche e quindi valutare la frequenza e le dimensioni degli eventi sismici attesi.

Capitolo 7 – Metodologie di elaborazione e risultati

Lo studio di microzonazione sismica di Livello 1, espletato in conformità a quanto previsto dagli Indirizzi e Criteri per gli studi di Microzonazione Sismica (ICMS) rilasciati dal Dipartimento di Protezione Civile finalizzati, è strumento necessario per la valutazione del rischio sismico ed applicabile della programmazione territoriale, della pianificazione urbanistica e della normativa tecnica per la progettazione.

Lo scopo del primo livello di microzonazione sismica è quello della definizione di zone di territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo riportate nella carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS). Più precisamente la finalità della carta MOPS è quella di indicare porzioni di territorio definite come:

- Stabili, ovvero dove il moto sismico non subisce modifiche rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida affiorante e superficie topografica pianeggiante (suolo di categoria A delle NTC 08), per cui gli scuotimenti attesi sono quelli forniti dagli studi di pericolosità sismica di base;
- Stabili suscettibili di amplificazioni locali, in cui il moto sismico subisce variazioni rispetto alle condizioni prima descritte dovute alle condizioni stratigrafiche (amplificazione stratigrafica) e/o alle condizioni topografiche (amplificazione topografica);
- Zone suscettibili di instabilità, ovvero quelle aree dove sono presenti o suscettibili di attivazione fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma, quali instabilità di versante, liquefazione, fagliazione superficiale, ecc..

Il livello 1 di MS rappresenta dunque un base conoscitiva della pericolosità sismica locale, e si può considerare come propedeutico alle successive fasi (livello 2 e 3), e consiste in una raccolta e archiviazione organizzata dei dati geognostici pregressi (dove necessario si può intervenire con nuove indagini) che permettono una ricostruzione del quadro litostratigrafico dell'area in esame, con particolare attenzione alla definizione delle tipologie litostratigrafiche e degli spessori delle coperture presenti e della profondità del substrato o delle aree in cui esso affiora.

Le carte redatte nel livello 1 di microzonazione sismica sono:

- Carta delle indagini (1:10.000);
- Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica (1:10.000);
- Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (1:10.000).

Per la trattazione specifica su ogni singola carta, comprese la metodologia nonché i dati utilizzati si rimanda al capitolo 8 della presente relazione.

Capitolo 8 – Elaborati cartografici

8.1 Carta delle indagini

La carta delle indagini, redatta secondo le specifiche contenute nel volume “Standard di rappresentazione ed archiviazione informatica” della Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di MS, contiene l’insieme delle indagini puntuali e lineari pregresse ricadenti nella porzione di territorio comunale microzonata ed utili ai fini della microzonazione. La carta, redatta in scala 1:10.000 riporta le suddette indagini con apposita simboleggiatura secondo la legenda prevista negli standard per l’informatizzazione degli studi di microzonazione.

Legenda della Carta delle indagini

Indagini	
	Sondaggio a carotaggio continuo
	Sondaggio a distruzione di nucleo
	Sondaggio a carotaggio continuo che intercetta il substrato
	Sondaggio a distruzione di nucleo che intercetta il substrato
	Sondaggio da cui sono stati prelevati campioni
	Sondaggio con piezometro
	Sondaggio con inclinometro
	Prova penetrometrica in foro (SPT)
	Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT)
	Prova penetrometrica statica con punta elettrica
	Prova penetrometrica statica con plezocono
	Prova penetrometrica dinamica pesante
	Prova penetrometrica dinamica leggera
	Prova dilatometrica
	Prova pressiometrica
	Prova scissometrica o Vane Test
	Prova di carico con piastra

Indagini	
	Dilatometro sismico
	Pozzo per acqua
	Pozzo per idrocarburi
	Trincea o pozzetto esplorativo
	Trincea paleosismologica
	Stazione geomeccanica
	Profilo sismico a rifrazione
	Verticale virtuale lungo profilo sismico a rifrazione ⁽¹⁾
	Profilo sismico a riflessione
	Verticale virtuale lungo profilo sismico a riflessione ⁽¹⁾
	Tomografia elettrica
	Verticale virtuale lungo tomografia elettrica ⁽¹⁾
	Prova sismica in foro tipo Downhole
	Prova sismica in foro tipo Crosshole
	Prova sismica in foro tipo Uphole
	Prova REfractionMicrotremors
	Prova penetrometrica con cono sismico
	Stazione accelerometrica / sismometrica
	Stazione microtremore a stazione singola
	Array sismico, ESAC/SPAC
	SASW
	MASW
	Sondaggio elettrico verticale
	Sondaggio elettrico orizzontale
	Profilo di resistività
	Stazione gravimetrica
	Georadar

8.2 Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica

La carta geologico-tecnica redatta in scala 1:10.000 scaturisce dall'insieme delle informazioni di base, quali geologia, geomorfologia, caratteristiche litotecniche, geotecniche ed idrogeologiche, derivate da carte preesistenti ed integrate con rilevamenti di campagna e risultanze di indagini puntuali e lineari.

Le unità geologico-litotecniche sono state distinte in terreni di copertura e substrato rigido e non rigido, così come prevedono gli standard.

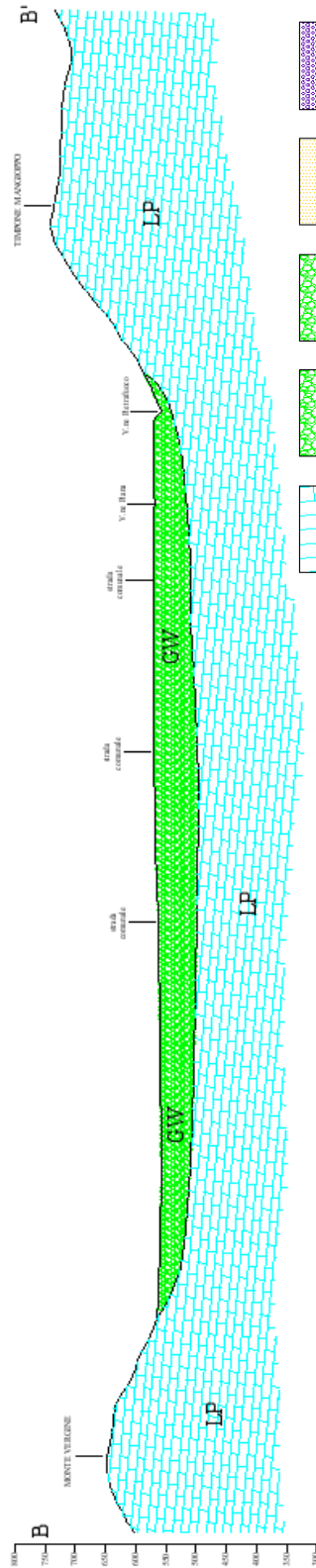
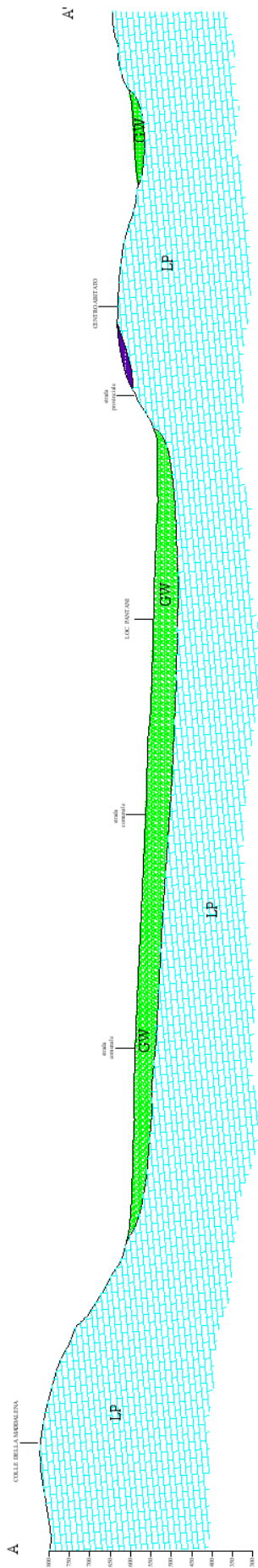
Elementi AREALI	Elementi LINEARI	Elementi PUNTUALI
<p>GEOLOGICO-LITOTECNICI</p> <p>Perimetrazione delle aree di affioramento delle unità litotecniche riconosciute con poligoni a differente colorazione.</p> <p>Ad ogni unità andrà assegnata una sigla da riportare in carta. Per sottolineare la necessità di una sintesi da parte del soggetto realizzatore, sarebbe opportuno richiedere il <i>ranking</i> delle unità in ordine di profondità e la successiva numerazione sarà crescente con la profondità.</p> <p>Per gli elementi litoidi, retino sovrapposto, riferito al grado di fatturazione, differenziato in:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $J_v < 10$ • $11 < J_v < 20$ • $21 < J_v < 30$ • $J_v > 30$ o cataclasite <p>IDROGEOLOGICI</p> <p>Perimetrazione con poligono a retino da sovrapporre alla litologia per indicare le aree con falda freatica/artesiana a profondità < 15m</p>	<p>TETTONICO-STRUTTURALI</p> <p>Elementi grafici (a tratteggio se presunte) per:</p> <ul style="list-style-type: none"> • faglie non attive <ul style="list-style-type: none"> a) dirette b) inverse c) trascorrenti/oblique • faglie attive (definite secondo i criteri di IMCS, 2008) <ul style="list-style-type: none"> a) dirette b) inverse c) trascorrenti/oblique • assi di pieghe (a tratteggio se presunte) <ul style="list-style-type: none"> a) sinclinali b) anticlinali <p>GEOMETRIA SUBSTRATO</p> <p>RIGIDO</p> <ul style="list-style-type: none"> • isobate substrato rigido sepolto <p>Tracce della/e sezione/i geologiche rappresentative del modello del sottosuolo.</p>	<p>GEOLOGICI</p> <p>Elementi grafici per:</p> <ul style="list-style-type: none"> • giaciture strati • immersione ed inclinazione piani di faglia <p>GEOMECCANICI</p> <p>Elementi grafici per:</p> <ul style="list-style-type: none"> • punti di misura e valore J_v <p>GEOFISICI: FREQUENZE FONDAMENTALI</p> <p>Elementi grafici per:</p> <ul style="list-style-type: none"> • punti di misura e valore F_0, distinti se da rumore ambientale o da <i>weak-motion</i> <p>SONDAGGI E POZZI</p> <ul style="list-style-type: none"> • sondaggi che raggiungono il substrato e profondità raggiunta • pozzi che raggiungono il substrato e profondità raggiunta • pozzi che intercettano la falda e profondità raggiunta • sondaggi che NON raggiungono il substrato e profondità raggiunta • pozzi che NON raggiungono il substrato e profondità raggiunta

Elementi areali, lineari e puntuali per la redazione della Carta geologico-tecnica per la MS

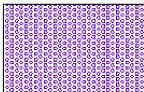

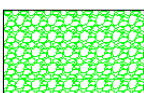
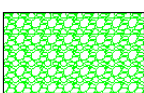
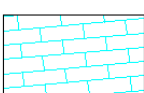
Elementi AREALI	Elementi LINEARI	Elementi PUNTUALI
<p>FORME DI SUPERFICIE</p> <p>INSTABILITA' VERSANTE</p> <p>Perimetrazione dell'area di frana con poligono a differente colorazione (che si sovrappone al poligono della litologia) secondo l'attività:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) attiva b) quiescente c) inattiva d) non definita <p>Retino sovrapposto per:</p> <ul style="list-style-type: none"> • crollo o ribaltamento • scorrimento • colata • frana complessa • non definita <p>ALTRI ELEMENTI</p> <p>Retini sovrapposti al poligono della litologia per:</p> <ul style="list-style-type: none"> • conoide alluvionale • falda detritica <p>FORME SEPOLTE</p> <p>Retino sovrapposto al poligono della litologia per:</p> <ul style="list-style-type: none"> • area con cavità (o area con notizie di sprofondamenti avvenuti nel passato) <p>ALTRE FORME</p> <ul style="list-style-type: none"> • elementi antropici • forme carsiche • forme glaciali • superfici di erosione • ... 	<p>FORME DI SUPERFICIE</p> <p>Elementi grafici lineari per:</p> <ul style="list-style-type: none"> • orlo scarpata morfologica <ul style="list-style-type: none"> a) 10-20 m b) > 20 m • orlo terrazzo fluviale <ul style="list-style-type: none"> a) 10-20 m b) > 20 m • cresta <p>FORME SEPOLTE</p> <ul style="list-style-type: none"> • scarpata sepolta • valle sepolta stretta ($C \geq 0.25$) • valle sepolta larga ($C < 0.25$) <p><i>$C = H/L/2$ con H profondità della valle e L, semilarghezza della stessa</i></p> <p>ALTRE FORME</p> <ul style="list-style-type: none"> • elementi antropici • forme carsiche • forme glaciali • ... 	<p>FORME DI SUPERFICIE</p> <p>Elementi grafici puntuali per:</p> <ul style="list-style-type: none"> • picco isolato <p>FORME SEPOLTE</p> <ul style="list-style-type: none"> • cavità isolata <p>ALTRE FORME</p> <ul style="list-style-type: none"> • elementi antropici • forme carsiche • forme glaciali • ...

Elementi areali, lineari e puntuali per la redazione della Carta geologico-tecnica per la MS

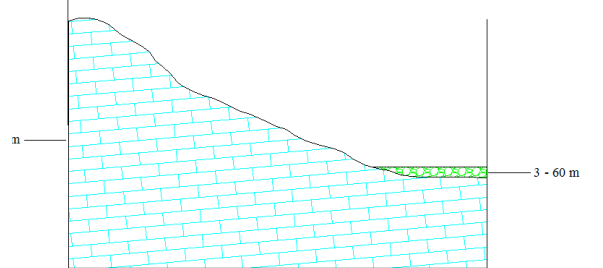
Sezioni geologico-tecniche

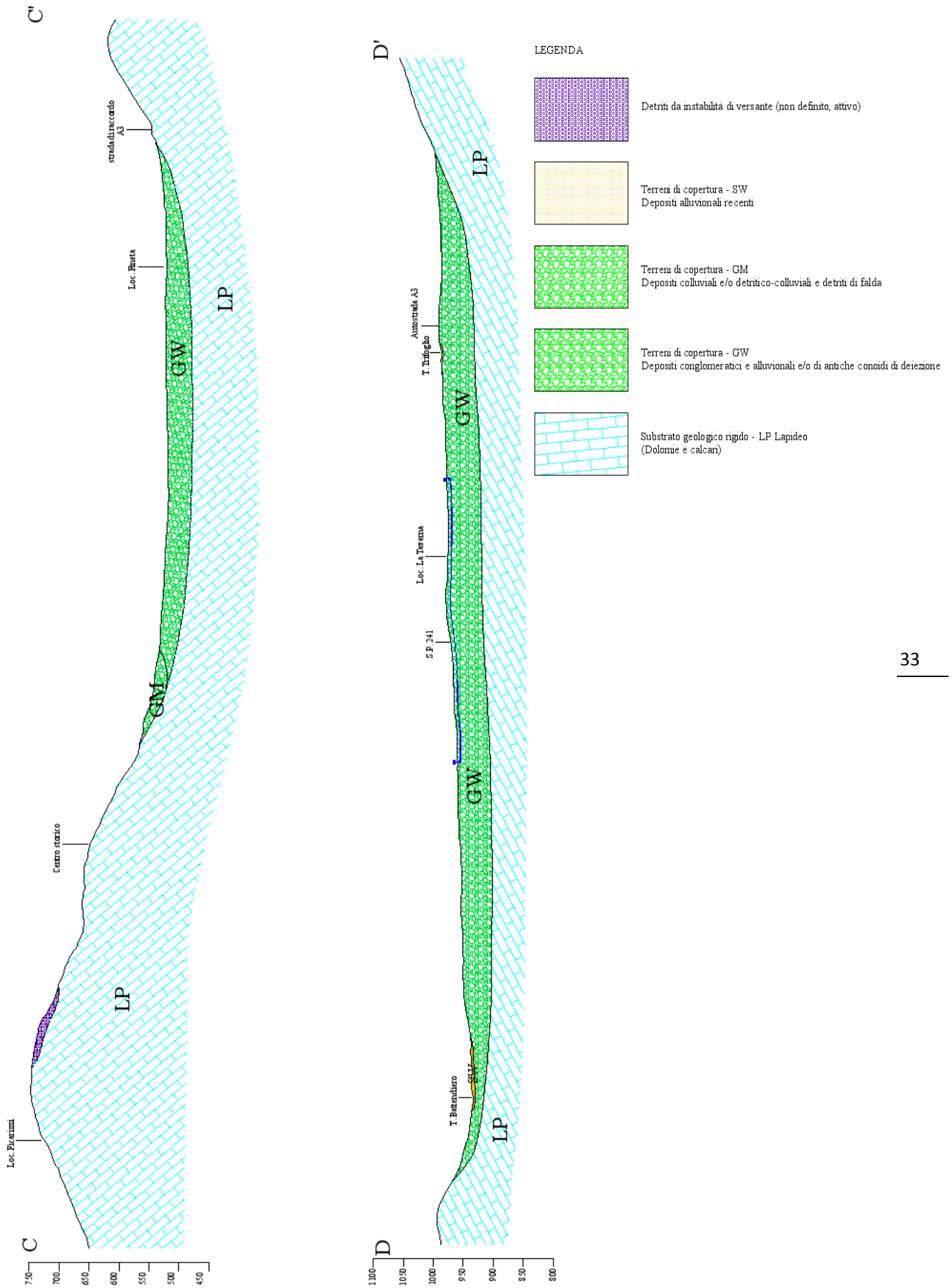


LEGENDA

-  Detriti da instabilità di versante (non definito, attivo)
-  Terreni di copertura - SW
Depositi alluvionali recenti
-  Terreni di copertura - GM
Depositi colluviali e/o detritico-colluviali e detriti di falda
-  Terreni di copertura - GW
Depositi conglomeratici e alluvionali e/o di antiche conoidi di deiezione
-  Substrato geologico rigido - LP Lapideo
(Dolomie e calcari)

SCHEMA RAPPORTI STRATIGRAFICI





Nella carta geologico-tecnica redatta sono state individuate le seguenti unità litologiche:

- Terreni di copertura:
 - (GM) Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo (depositi colluviali e/o detritico-colluviale e detriti di falda. A tale unità corrispondono depositi sciolti di copertura eterogranulari, in particolare i depositi colluviali ed eluvio-colluviale;
 - (GW) Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia (depositi conglomeratici e sabbiosi alluvionali e/o di antiche conoidi di deiezione. A tale unità sono associabili i depositi fluviali fissati e soprattutto le sabbie e le conoidi Pleistoceniche e le sabbie e conglomerati pliocenici;
 - (SW) Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose (depositi alluvionali recenti). Rientrano in questa unità i depositi fluviali recenti.
- Substrato geologico rigido/non rigido:
 - (LP) Lapideo (dolomie, breccie dolomitiche, calcari, calcareniti e calcilutiti). Sono ascrivili a tale unità le formazioni lapidee stratificate o in parte massive di natura carbonatica, caratterizzate da intercalazioni o stratificazioni o alternanze di livelli o strati a diversa composizione del Miocene o Mesozoico;
 - (NR) Substrato geologico non rigido (scisti filladici, filladi, filladi calcaree e calcescisti). A tale unità corrispondono l'alternanza scisti filladici e filladi calcaree;
 - (ALS) Alternanza di litotipi, stratificato (alternanza fliscioide di argilliti e argilliti marnose fogliettate, calcari ed arenarie). Appartengono a tale unità l'alternanza di argille a scagliette, argille fogliettate, arenarie quarzitiche e calcareniti costituenti il "Complesso flyscioide basale" Miocenico.

La carta geologico-tecnica contiene, oltre gli elementi tettonico/strutturali e tra questi è da evidenziare la faglia attiva capace che lambisce il nuovo abitato di Morano Calabro per poi attraversare in parte il vecchio nucleo abitativo, per come riportato nel capitolo 2.4 della presente relazione illustrativa, anche informazioni di natura geomorfologica ed in particolare le forme ed i processi legati alla dinamica di versante e alla dinamica fluviale. In particolare sono stati analizzati i dati presenti nelle precedenti cartografie oltre quelle del PAI a cui è seguito uno scrupoloso controllo ed una validazione dei dati con osservazione diretta.

8.3 Carta delle microzone in prospettiva sismica

Nella Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) sono state rappresentate le microzone omogenee, individuate sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e in relazione all'acquisizione, valutazione ed analisi dei dati geognostici e geofisici. Tali zone sono state differenziate in base alle caratteristiche lito-stratigrafiche, correlate a differenti tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, ecc.). Di particolare importanza a questo scopo è risultata la ricostruzione del modello geologico-tecnico dell'area, l'individuazione dei litotipi costituenti il substrato rigido (ovvero dei materiali caratterizzati da valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio S significativamente maggiori di quelli relativi alle coperture localmente presenti) e da una stima di massima del contrasto di impedenza sismica atteso.

Sono state distinte n°16 zone di cui n°2 zone stabili, n°8 zone stabili suscettibili di amplificazione locale e n°6 zone instabili, di seguito descritte:

Zone stabili

1012 – Substrato lapideo ascrivibile al substrato geologico rigido caratterizzato da velocità media delle onde di taglio S >800 m/s e affiorante con superficie topografica avente inclinazione <15°. Appartengono a tale zona i rilievi carbonatici a basa inclinazione.

1041 - Alternanza di litotipi ascrivibile al substrato geologico rigido stratificato costituito da alternanza di litotipi e con velocità media delle onde di taglio S >800 m/s e affiorante con superficie topografica avente inclinazione <15°.

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

2001 ZONA 1 – è rappresentata da substrato lapideo avente velocità media delle onde di taglio S >800 m/s, ma affiorante su superfici topografiche con inclinazione media >15° o sulle creste e rilievi con versanti con inclinazione >15°.

2002 ZONA 2 – substrato geologico non rigido avente velocità media delle onde di taglio S >800 m/s, ma affiorante su superfici topografiche con inclinazione media >15° o sulle creste e rilievi con versanti con inclinazione >15°.

2003 ZONA 3 – alternanza di litoitpi avente velocità media delle onde di taglio S >800 m/s, ma affiorante su superfici topografiche con inclinazione media >15° o sulle creste e rilievi con versanti con inclinazione >15°.

2004 ZONA 4 – terreni di copertura costituiti da ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbia, con spessore elevato (anche fino a 100 metri).

2005 ZONA 5 – substrato lapideo con velocità media delle onde di taglio $S > 800$ m/s con terreni di copertura costituiti da ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo con spessori > 3 metri (5-10 m).

2006 ZONA 6 - substrato geologico non rigido con velocità media delle onde di taglio $S > 800$ m/s con terreni di copertura costituiti da ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo con spessori > 3 metri (5-10 m).

2007 ZONA 7 – alternanza di litotipi con velocità media delle onde di taglio $S > 800$ m/s con terreni di copertura costituiti da ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo con spessori > 3 metri (5-10 m).

2008 ZONA 8 – depositi alluvionali recenti costituiti da sabbie pulite ben assortite e sabbie ghiaiose con spessori da 5 a 10 metri poggianti su depositi di ghiaie pulite e miscela di ghiaia e sabbia con elevati spessori.

Zone suscettibili di instabilità

Sono state individuate diverse zone suscettibili di instabilità, in particolare sono state mappate zone suscettibili di instabilità di versante attiva, quiescente e non definita oltre che a zone suscettibili di fenomeni di liquefazione (tali aree sono state definite dalla consultazione delle determinazioni granulometriche di laboratorio sui campioni prelevati nei sondaggi che ricadono nel perimetro delle stesse e che evidenziano sedimenti di natura sabbiosa e ghiaiosa e dalla quota della falda che si attesta entro i primi 15 metri dal p.c.) e zone interessate da deformazioni dovute a faglie attive e capaci. Sono state individuate infine aree con sovrapposizione di zone suscettibili di instabilità.

CAPITOLO 9 – Confronto con la distribuzione dei danni degli eventi passati

La sismicità storica e recente del comune di Morano Calabro è stata illustrata nel capitolo 2. Per quanto concerne la sismicità storica è stato utilizzato il catalogo della sismicità storica dei terremoti italiani CPTI ed il collegato DBMI dell'INGV (2011), per soglie di riferimento caratterizzate da magnitudo $M_w > 4.0$ ed intensità $I > 5$, che contiene 2984 records a partire dal 1000 d.c. e fino al 2006, oltre alla consultazione del catalogo dei forti terremoti dal 46 a.C. al 1997 (CFTI –Med 4.0) dell'INGV. Le informazioni recepite dalla consultazione dei cataloghi storici hanno permesso di definire i due eventi a maggiore intensità (riportati in fig.2 e fig.3 nel paragrafo 2.1), di cui quello registrato nel 1693 è da considerarsi il sisma di riferimento, a massima intensità registrata al sito di Morano Calabro. Le notizie sui danni subiti dall'abitato in occasione dei terremoti storici sono ridotte e frammentarie, e a volte discordanti, basate sulle sole testimonianze scritte e tramandate.

Per quanto concerne la sismicità recente, Il comune di Morano Calabro come tutta l'area del Pollino, è interessato da una sequenza sismica che va avanti da oltre due anni e tuttora in atto e nota come "sequenza del Pollino" (fig. 5-8), che ha avuto la sua massima intensità a Mormanno il 25 ottobre 2012 con una magnitudo pari a $M_w=5.2$. In tale sequenza l'evento che ha avuto come epicentro il territorio di Morano Calabro, è avvenuto il 28 maggio 2012, con magnitudo $M_w= 4.3$.

La sismicità recente al di sopra della soglia di danno, come riportato in dettaglio nel paragrafo 2.2, è monitorata da una rete di stazioni digitali permanenti e temporanee, conosciuta come rete accelerometrica nazionale (RAN) gestita dalla Dipartimento della Protezione Civile Nazionale. A Morano dal 19 ottobre 2012 è stata ubicata a quota 1.042 m s.l.m. una stazione temporanea, mentre la stazione permanente più prossima al territorio comunale è la stazione di Castrovillari.

L'attuale sequenza sismica ha provocato una serie di danni e lesioni agli edifici nel comune di Morano Calabro. In particolare l'evento del 25 ottobre 2012 con epicentro a Mormanno ha causato danni rilevanti alla Chiesa di Santa Maria della Maddalena, ubicata nel centro dell'abitato, con la conseguente chiusura al pubblico ancora in vigore. Tale struttura di notevole imponenza artistica e storica è geologicamente ubicata su terreni di copertura costituiti da depositi ghiaiosi e sabbiosi con forti spessori. Altri danni si sono registrati su abitazioni private collocate nel centro storico, con la formazione di evidenti crepe. Altri danni, sempre imputabili alla recente sequenza sismica, sono stati denunciati su abitazioni private poste nell'area agricola dell'abitato di Morano e anche nell'altopiano di Campotenese. Facendo un'analisi sulla distribuzione dei danni della recente storia sismica che ha interessato il comune di Morano calabro, si evince che la maggior concentrazione di danni subiti dalle

strutture, si colloca nelle zone dove affiorano terreni di copertura sciolti in forti spessori e dove si deduce quindi una forte amplificazione stratigrafica del moto sismico generato alla sorgente. A conferma di questo dato, si rende noto che il nucleo storico collocato in gran parte sul substrato litoide non ha registrato danni come le zone sopra menzionate, anche se soggette in gran parte ad amplificazione topografica per l'inclinazione della superficie topografica superiore a 15° e caratterizzato da un tessuto edilizio con condizioni strutturali non ottimali. A tal proposito gli studi e le indagini che si affronteranno nei successivi livelli di microzonazione si dovranno maggiormente concentrare sulle aree costituite litostratigraficamente da terreni di copertura, e che rappresentano il sottosuolo di fondazione del nuovo centro abitato e della nuova zona di espansione del centro abitato.

CAPITOLO 10 - Bibliografia

- Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS 2008) - Dipartimento della Protezione Civile;
- Standard di rappresentazione e archiviazione informatica (2012) – Commissione tecnica per la microzonazione sismica (articolo 5, comma 7 dell’OPCM 3907/2010);
- SoftMS - Dipartimento della Protezione Civile;
- SoftCLE - Dipartimento della Protezione Civile;
- Carta geologica d’Italia in scala 1:100.000;
- Carta geologica della Calabria in scala 1:25.000;
- Data base Piano Strutturale Comunale (PSC) del comune di Morano Calabro;
- Data base e cartografie ISPRA Ambiente;
- INGV – Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (dati online della pericolosità sismica in Italia) – (Database macrosismico italiano 2004);
- Piano Assetto Geologico (PAI) Regione Calabria;
- Piano di tutela delle acque della Regione Calabria (2009);
- Rapporto sulle frane in Italia. Progetto IFFI (2007 APAT);
- Catalogo nazionale delle faglie capaci (ITHACA);
- Evoluzione tettonica quaternaria del Bacino di Morano Calabro (1997 Perri & Schiattarella);
- Osservazioni preliminari sull’evoluzione morfostrutturale del bacino di castrovillari (1992 Russo & Schiattarella);
- Piano di protezione civile del Comune di Morano Calabro.