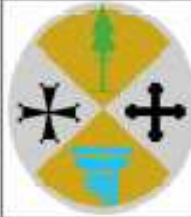




PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



CONFERENZA DELLE REGIONI E
DELLE PROVINCE AUTONOME

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

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione Illustrativa

Regione Calabria
Comune di CAMINI



Regione	Soggetti realizzatori	Data
	Geol. Antonio Tropea Ing. Antonella Tropea	

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO	6
2.1. Sismicità storica.	6
2.2. La pericolosità sismica di base.	10
3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA	18
3.1. Assetto geologico.	18
3.2. Assetto geomorfologico.	30
4. DATI GEOTECNICI, GEOFISICI, MODELLO DI SOTTOSUOLO ED INTERPRETAZIONI.	33
5. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE	35
6. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI	38
7. ELABORATI CARTOGRAFICI	39
7.1. Carta delle Indagini.	39
7.2. Carta Geologico Tecnica.	39
7.3. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica.	41
8. CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI	46
9. BIBLIOGRAFIA	47

1. INTRODUZIONE

L'Amministrazione Comunale di Camini, nell'ambito di quanto dettato dall'OCDPC n. 52/2013, ha conferito l'incarico allo scrivente, Dott. Geol. Antonio Tropea di redigere lo *Studio di Microzonazione sismica di Livello 1*. Alla stesura dello studio partecipano, come collaboratori specialistici, i dott.ri geologi Angelo Alberto Stamile e Giuliana Teti.

Gli studi di Microzonazione Sismica (MZS) hanno lo scopo di riconoscere le condizioni locali che, in caso di evento sismico, possono dar luogo ad effetti di sito, cioè ad amplificazioni del moto sismico e a fenomeni di instabilità del terreno (Instabilità di versante, Faglie Attive e Capaci, liquefazione, cedimenti differenziali, ecc). Nel Livello 1 sono state raccolte e rielaborate le informazioni geognostiche esistenti fornite dall'Amministrazione Comunale per permettere un inquadramento generale, geologico e stratigrafico in prospettiva sismica propedeutico ai successivi studi di MZS.

In particolare, il lavoro consiste in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geomorfologica, 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. Gli elaborati prodotti sono la Carta delle Indagini, la Carta Geologico Tecnica per la Microzonazione Sismica (CGT_MS) e la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).

Nonostante le direttive della citata Ordinanza prevedono che lo studio debba interessare le aree urbanizzate (centri abitati e nuclei abitati) ed urbanizzabili del territorio comunale, definite nello strumento urbanistico vigente (P.S.C. o P.R.G.) ed un loro intorno significativo, il lavoro ha interessato tutto il territorio comunale.

Lo studio è redatto in conformità agli standard più recenti cioè **Standard di rappresentazione ed archiviazione informatica degli Studi di MS – vers. 4.0b**, predisposti dalla Commissione Tecnica Nazionale, che costituiscono a tutti gli effetti, un aggiornamento/integrazione degli **Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica – ICMS 2008** (documento tecnico di riferimento fondamentale e generale per la realizzazione degli studi di microzonazione) e alle Linee Guida per la “Redazione di studi di microzonazione sismica del territorio” della Regione Calabria.

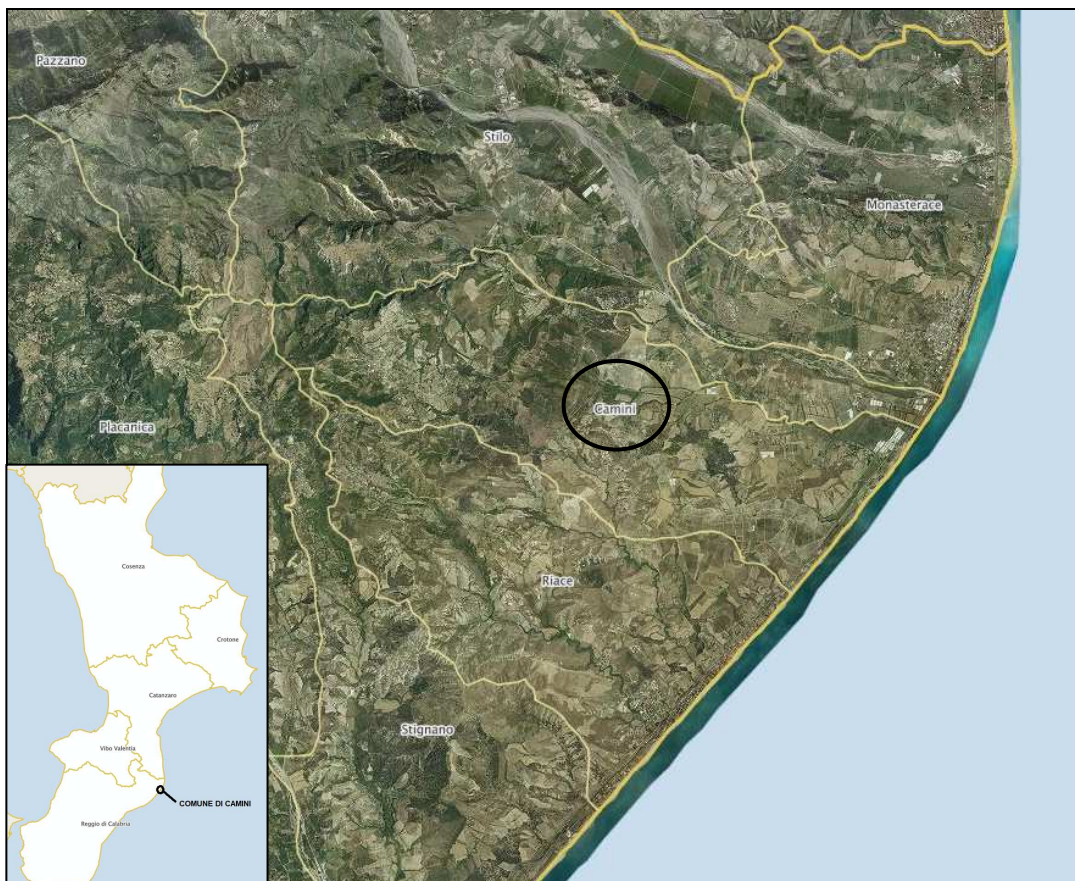
Lo studio e la sua rappresentazione grafica saranno realizzati sul supporto cartografico della CTR della Regione Calabria in scala 1:5.000. In particolare, gli elementi cartografici dell'ambito comunale utilizzati sono i fogli: 584141 “Camini”, 584142 “Stignano”, 584154 “San Leonte”, 584153 “Cottura”, 584152 “Ellera”, 584151 “Monasterace M.na”.

Il territorio Comunale di Camini ha una superficie di circa 17,41 Km² e si estende in direzione NO-SE tra la quota massima di 468 metri (Monte Pilazza) e la quota minima di 0.00 metri s.l.m. (litorale comunale sul Mar Ionio) a ridosso delle propaggini orientali del massiccio delle Serre. Esso è inserito tra i Comuni di Riace e Stignano a SW e Stilo NE nella Città Metropolitana di Reggio Calabria.

Le zone insediative sono riconducibili essenzialmente a due: la prima è costituita dal Centro storico di Camini che è situato a NW su un rilievo collinare ad una quota di circa 300 metri s.l.m. da cui si accede tramite la strada provinciale 106 che collega tutta la zona costiera ionica; la seconda è costituita da piccoli insediamenti abitativi posti lungo i terrazzi marini e fluviali degradanti verso il mare, che non costituiscono un tessuto urbano continuo ma rappresentano le zone di espansione, tra le quali insiste la più conosciuta Frazione Ellera.

Il territorio comunale di Camini s'inquadra nella seguente cartografia:

- Cartografia topografica e tecnica:
 - Foglio 584 sez. II "Monasterace", 584 sez. III "Stilo" delle Carte IGM in scala 1:25.000 voli rispettivamente del 1990 e del 1953;
 - Fogli: 584141 "Camini", 584142 "Stignano", 584154 "San Leonte", 584153 "Cottura", 584152 "Ellera", 584151 "Monasterace M.na" della Carta Tecnica Regionale 2004 della Calabria, in scala 1:5.000 volo 2000.

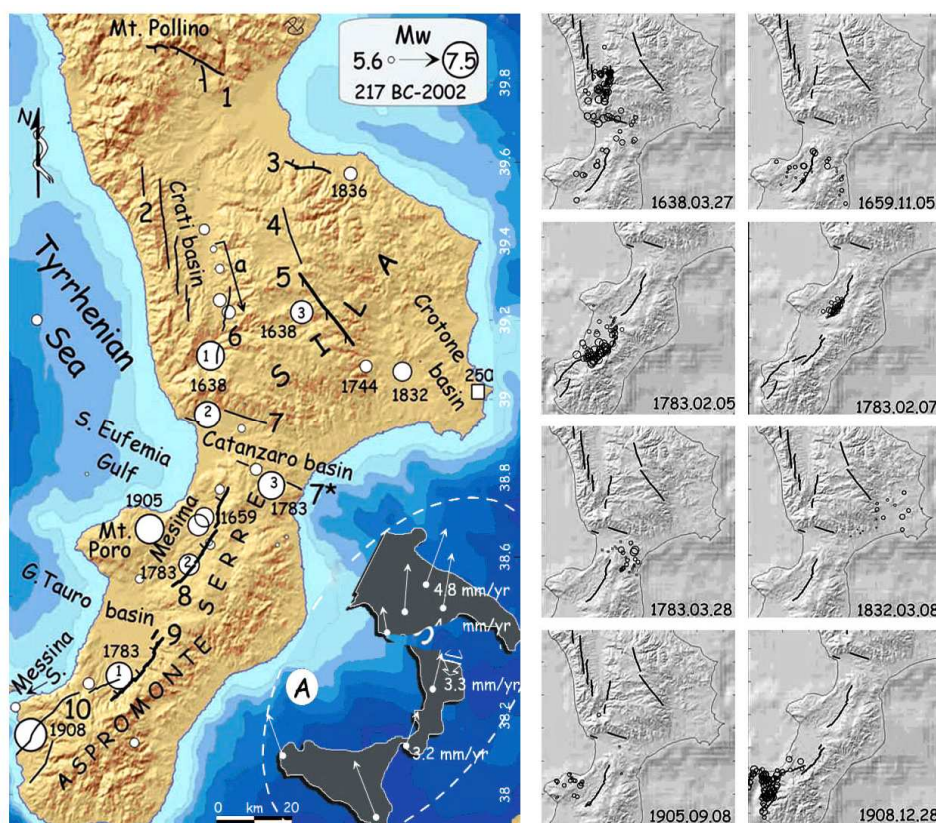


- Cartografia geologica:
 - Fogli 247 sez. III SO “Stignano”, 247 sez. III NO “Stilo” della Carta Geologica della Calabria a cura della CasMez in scala 1:25.000.
- Riferimenti aerofotografici:
 - Volo I.G.M. 1990 e 1995, in scala 1:33.000;
 - Ortofoto digitale n.°584140, 584150 del 2000 in scala nominale 1:10.000.
 - Ortofoto digitale n.° 584141, 584142, 584154 584153 , 584152, 584151 del 2008 in scala nominale 1:5.000.
- Cartografia del Piano di Assetto Idrogeologico della Calabria P.A.I.
 - Rischio e/o Pericolo di Frana – Elaborati: 15.1 “Carta inventario dei centri abitati instabili” Tav. FCI080017; 15.2 “Carta inventario delle frane e delle relative aree a rischio” Tav. FRI080017, Comune di Camini scala 1:10.000;
 - Rischio Idraulico – Elaborati: 15.3 “Aree Vulnerate ed elementi a Rischio” Tav. AV80017; 15.4 “Perimetrazione Aeree a Rischio Idraulico” Tav. RI80017, Comune di Camini scala 1:25.000;

2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

2.1. Sismicità storica.

La Calabria è caratterizzata da un'intensa attività geodinamica testimoniata dagli alti livelli energetici raggiunti negli eventi sismici in epoca storica, infatti è la regione in Italia nella quale si sono verificati i terremoti tra i più catastrofici ed a più elevata intensità ed energia dell'area mediterranea.



Distribuzione dei terremoti con $M_w > 5.5$ modificata da WORKING GROUP CPTI (2004) e delle principali strutture sismogenetiche note. In grassetto quelle certe, ovvero quelle per le quali siano state effettuate analisi paleosismologiche. La freccia (a) indica la sequenza sismica occorsa nel XVIII-XIX secolo da nord verso sud nella valle del Crati. I numeri 1-2-3 all'interno degli epicentri del 1638 e 1783 indicano le scosse del 27-28 Marzo 1638 e 5-7 Febbraio e 28 Marzo 1783. Il simbolo quadrato nel Crotonese indica il terremoto dedotto da analisi archeosismologiche da GALLI et alii (2006a) e ivi datato intorno alla metà del III secolo d.C. -- (A) sono visualizzate le velocità GPS calcolate da D'AGOSTINO & SELVAGGI (2004). La differenza tra le velocità della Puglia e della Calabria centro-meridionale evidenzia un'estensione intermedia di $\sim 1,5$ mm/anno, di cui $\sim 2/3$ potrebbero essere accomodati dal sistema di faglie silane e del Pollino. -- Distribuzione degli effetti maggiori dell'8-9 grado MCS per i diversi terremoti della Calabria e principali faglie con attività quaternaria (mod. da GALLI & BOSI, 2002).

Anche la distribuzione degli epicentri strumentali conferma sostanzialmente l'attività di molti elementi tettonici individuati in superficie, quali: la Valle del Crati, la Stretta di Catanzaro, il Sistema Serre-Aspromonte (Moretti & Guerra 1997; Monaco & Tortorici

2000; Tansi et Alii 2006). Il grado di distruzione raggiunto in occasione degli eventi del 1783 e del 1908 è in assoluto uno tra i più elevati in tutta l'area mediterranea.

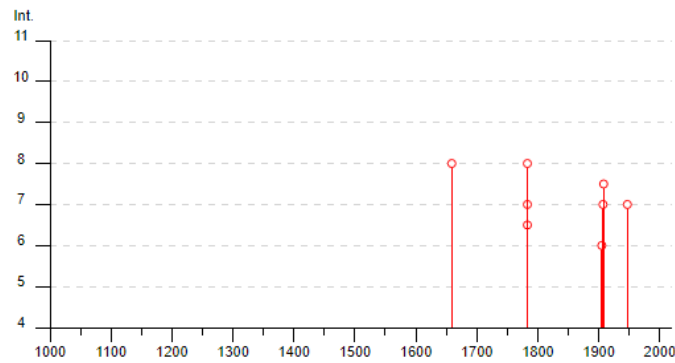
La quasi totalità dei terremoti calabresi noti è avvenuta, però, solo a partire dal XVII secolo, con un'iniziale sequenza che dal 1638 al 1908 ha devastato prevalentemente la parte tirrenica della penisola, da nord verso sud. Poco o nulla sappiamo invece di quello che avvenne nei secoli precedenti. Recenti ricerche d'archivio (GALLI et alii, 2001; CAMASSI et alii, 2004; SCIONTI et alii, 2006) hanno evidenziato l'esistenza di una sismicità «sotterranea», anche di elevata magnitudo ($M \sim 6$) avvenuta sia prima che dopo il XVII secolo, non ancora appieno svelata, ma non certo paragonabile a quella relativa ai terremoti catastrofici della nominata sequenza 1638-1908 ($6.7 \leq M \leq 7.5$). Da ciò si può dunque affermare che gran parte delle principali strutture sismogenetiche della Calabria si sono attivate negli ultimi 400 anni e che il loro tempo di ritorno è superiore al periodo coperto dalle fonti storiche. Dall'insieme delle conoscenze sulla tettonica attiva della Calabria si possono, infine, delineare due zone con direzione di estensione divergenti di $\sim 55^\circ$ (\sim NNE-SSW nella Calabria centro-settentrionale, \sim NW-SE in quella del sud), separate da una zona di svincolo cinematico profondo nella stretta di Catanzaro, che potrebbero riflettere il limite della zona di subduzione attiva al di sotto dell'Arco Calabro.

Per la definizione dei caratteri della sismicità storica della zona si è preso a riferimento il Comune di Gasperina. I terremoti che hanno avuto ripercussioni nell'area d'indagine dal 1000 in poi (Catalogo dei Forti Terremoti in Italia, Boschi et alii 1997) si possono osservare nella tabella del Database Macrosismico Italiano DBMI11, di seguito riportato. L'intensità è da riferirsi alla scala Mercalli Modificata che è basata sull'osservazione degli effetti superficiali, causati da un terremoto.

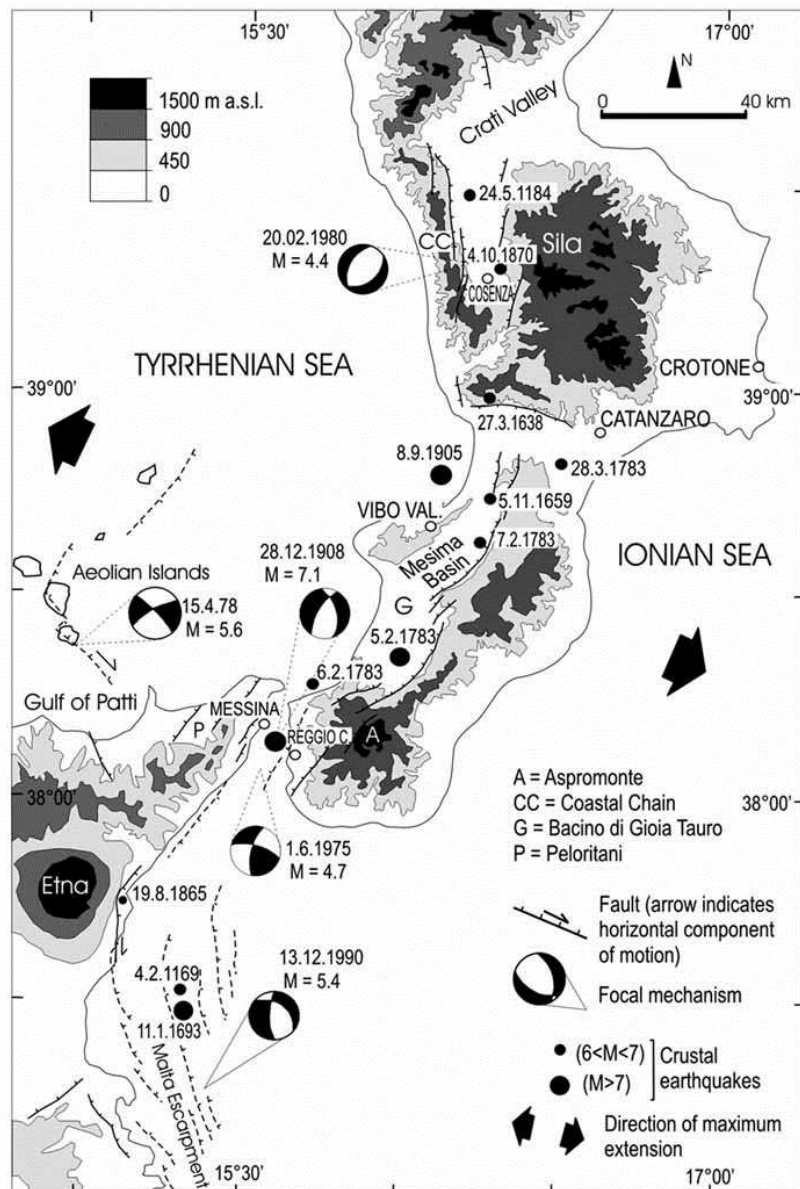
Camini

PlaceID	IT_65245
Coordinate (lat, lon)	38.432, 16.483
Comune (ISTAT 2015)	Camini
Provincia	Reggio di Calabria
Regione	Calabria
Numero di eventi riportati	10

Effetti	In occasione del terremoto del										
	Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
	8	1659	11	05	22	15		Calabria centrale	126	10	6.57
	6-7	1783	02	05	12			Calabria meridionale	356	11	7.10
	7	1783	02	07	13	10		Calabria centrale	191	10-11	6.74
	8	1783	03	28	18	55		Calabria centrale	323	11	7.03
	6	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
	7	1907	10	23	20	28	1	Aspromonte	274	8-9	5.96
	7-8	1908	12	28	04	20	2	Stretto di Messina	772	11	7.10
	7	1947	05	11	06	32	1	Calabria centrale	254	8	5.70
NF		2004	04	17	05	14	1	Golfo di Squillace	126	4	4.21
NF		2004	05	05	13	39	4	Isole Eolie	641		5.42



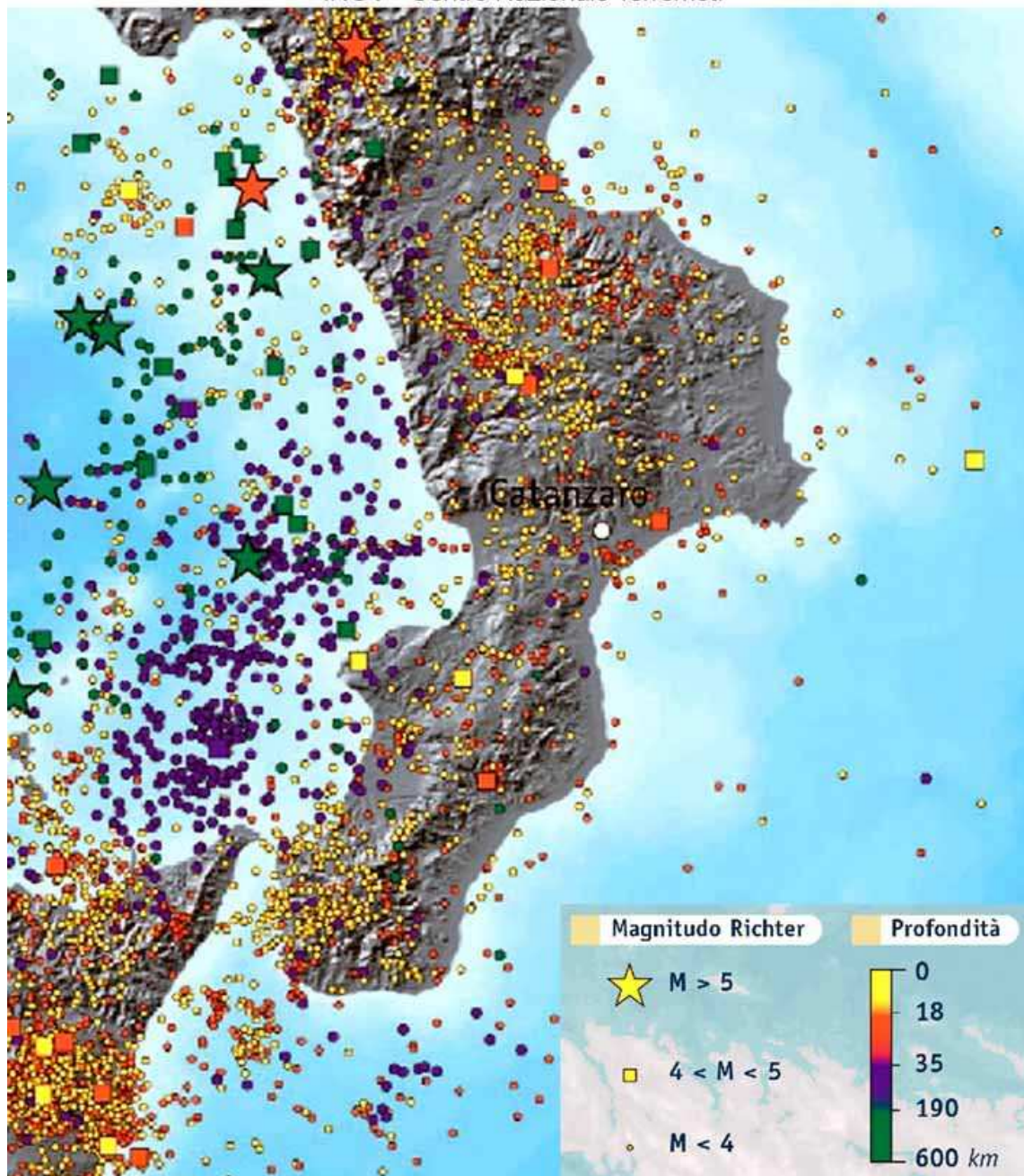
Gli epicentri dei forti terremoti a cui il territorio è stato soggetto e che causarono danni e vittime nell'abitato, è deducibile dalla figura successiva. In tale figura è rappresentato lo schema sismotettonico dell'Arco Calabro (Monaco & Tortorici 2000 mod.), in cui sono riportati i terremoti crostali (< 30 Km) dal 1000 d.C. (Boschi et alii 1995).

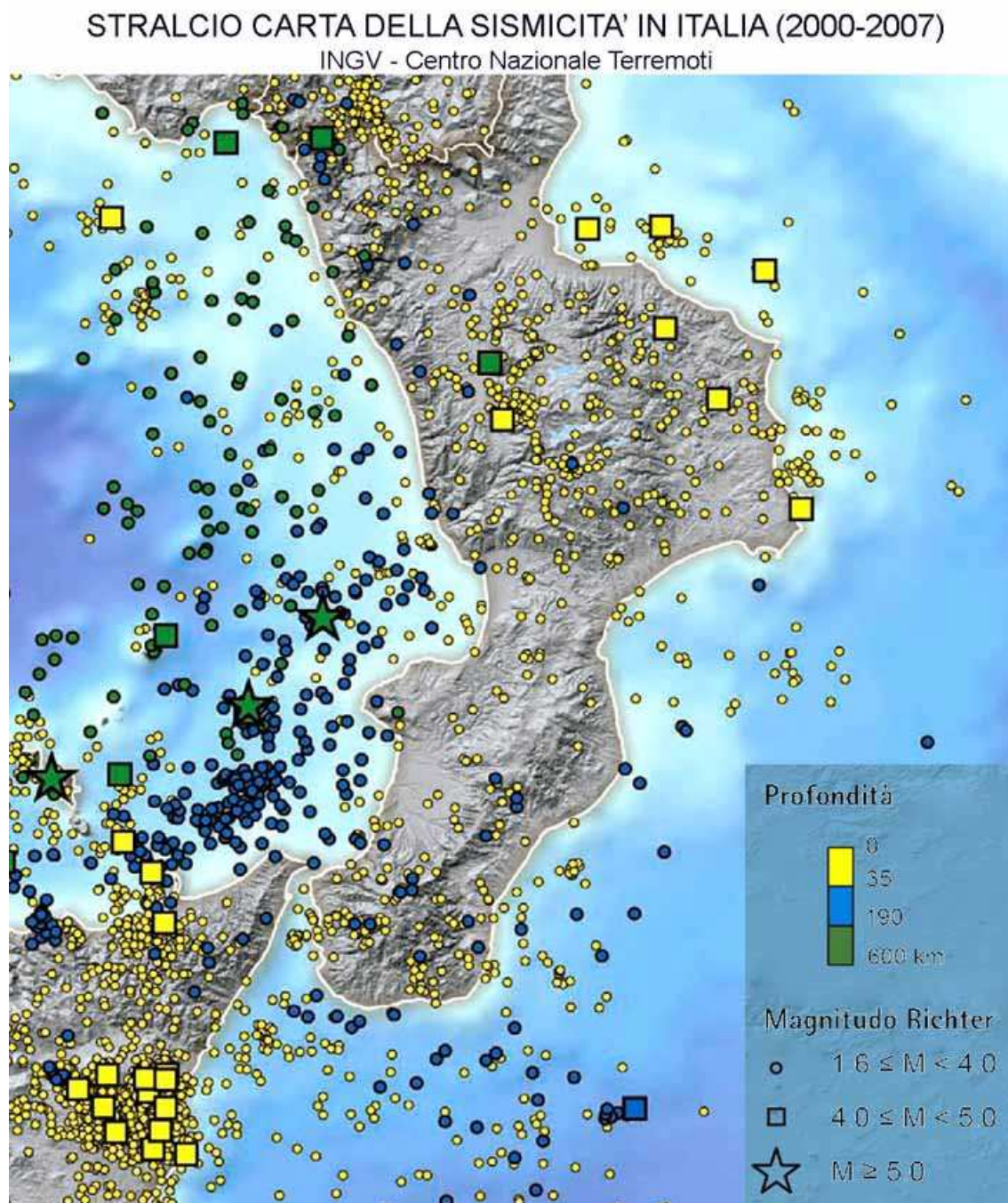


Ad ulteriore conferma dell'elevato grado di sismicità recente della regione Calabria e delle profondità delle strutture sismogenetiche associate si riportano gli stralci relativi alla Calabria della Carta della Sismicità Italiana relativa agli anni 1981-2002 e della Carta della Sismicità in Italia relativa agli anni 2000-2007. Tali elaborati sono stati redatti dal Centro Nazionale Terremoti dell'INGV con le informazioni tratte dal Catalogo Sismico Italiano CSI.

STRALCIO CARTA DELLA SISMICITA' IN ITALIA (1981-2002)

INGV - Centro Nazionale Terremoti





2.2. La pericolosità sismica di base.

Dalla bibliografia esistente il Comune di Camini per la normativa antisismica, *Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003 allegato 1 e successive modificazioni*, viene riclassificato come *Zona sismica I* con $a_g < 0,25$. Di seguito viene riportato il record afferente al Comune di Camini (Elenco dei Comuni ad elevato rischio sismico ai sensi

dell'art. 12 della Legge 27.12.1997, n. 449 contenuto nell' *Ordinanza del P.C.M. del 12-06-1998 "Individuazione delle zone ad elevato rischio sismico del territorio nazionale"*.

Codice ISTAT	Regione	Provincia	Comune	Popolazione residente (1991)	Abitazioni (1991)	Grado di Sismicità	Data di classificazione	Indice di rischio	Intensità massima osservata (MCS)
18080017	CALABRIA	REGGIO CALABRIA	CAMINI	859	448	12	18/04/09	0,1116	9

L'Ordinanza PCM n. 3519 del 28 aprile 2006 "*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*", nell'Allegato 1B "*Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale*", riporta in carta, per territorio nazionale, la pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo (a_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli molto rigidi ($V_s > 800$ m/s). In tale elaborato l'area di studio è compresa nel tratto di territorio comunale di Camini ricadente nelle fasce di accelerazione massima **$0,125 < a_{max} < 0,150$** .

Il D.M. del 17 gennaio 2018 "*Norme Tecniche per le costruzioni*", nell'Allegato B: "*Tabelle dei parametri che definiscono l'azione sismica*", attraverso la Tabella 1 fornisce, per 10.751 punti del reticolo di riferimento e per 9 valori del periodo di ritorno TR (30 anni, 50 anni, 72 anni, 101 anni, 140 anni, 201 anni, 475 anni, 975 anni, 2475 anni), i valori dei parametri a_g , F_0 , T^*c da utilizzare per definire l'azione sismica nei modi previsti dalle NTC. L'area di studio che si estende dal centro storico (area a monte) con coordinate ED50: lat. **38,433212°N**, lon. **16,482231°E**; e la frazione Ellera (area a valle) con coordinate ED50: lat. **38,424042°N**, lon. **16,544981°E**, secondo l'NTC2018 ricade all'interno dei punti del reticolo di riferimento nazionale riportati in Tab. 01.

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	43669	38,4456	16,4213	5573,683
2	43670	38,4439	16,4850	1413,165
3	43892	38,3939	16,4828	4157,921
4	43891	38,3957	16,4192	6807,607
5	43671	38,4421	16,5486	2174,491
6	43893	38,3921	16,5464	3416,577

Da cui si ha che i parametri che definiscono l'azione sismica variano dai valori massimi dell'area comprendente il centro storico (Tab. 02) ai valori minimi della periferia costiera (Tab. 03), dove: **a_g** =accelerazione orizzontale massima al sito; **F_0** =valore

massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tab. 02 -- Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* per i periodi di ritorno TR di riferimento

TR (anni)	a_g (g)	F_0 (---)	T_c^* (s)
30	0.060	2.344	0.280
50	0.079	2.316	0.308
72	0.095	2.327	0.319
101	0.113	2.339	0.329
140	0.132	2.352	0.338
201	0.156	2.371	0.348
475	0.227	2.424	0.373
975	0.301	2.454	0.393
2.475	0.420	2.502	0.436

Tab. 03 -- Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* per i periodi di ritorno TR di riferimento

TR (anni)	a_g (g)	F_0 (---)	T_c^* (s)
30	0.057	2.352	0.280
50	0.074	2.330	0.308
72	0.089	2.344	0.321
101	0.105	2.356	0.332
140	0.123	2.362	0.341
201	0.146	2.374	0.352
475	0.211	2.420	0.374
975	0.281	2.437	0.394
2.475	0.392	2.486	0.434

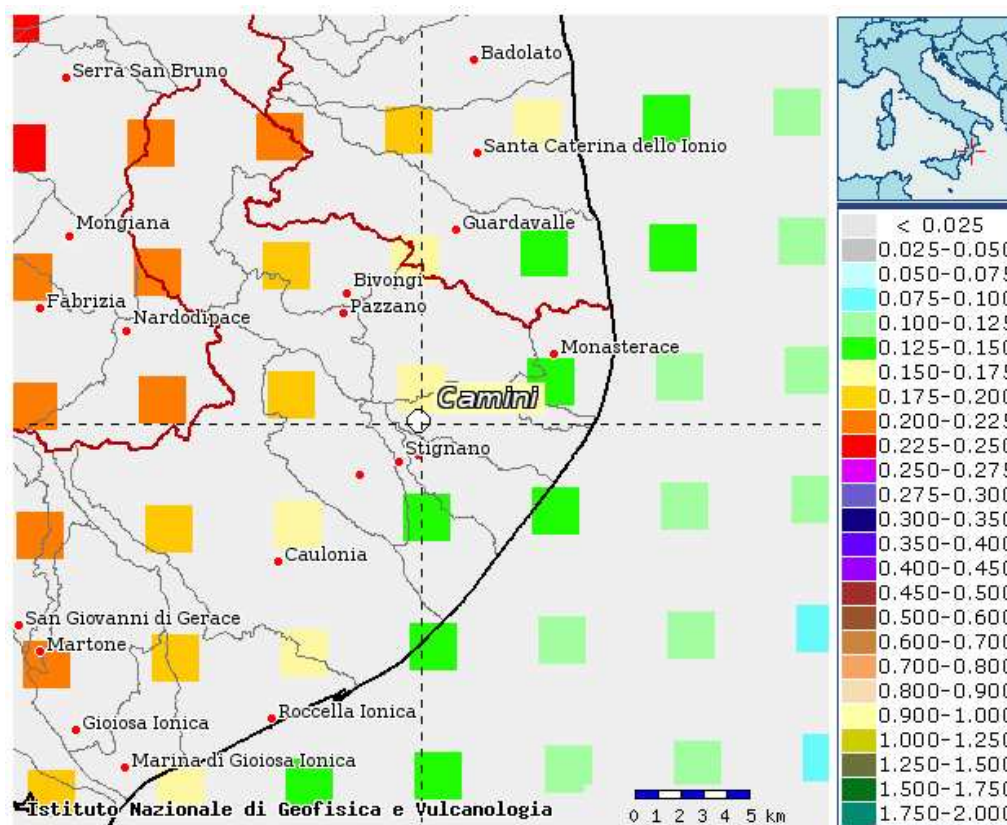
Ai fini degli studi di microzonazione sismica la pericolosità sismica di base è definita relativamente ad eventi sismici corrispondenti alle condizioni di progetto per costruzioni ordinarie (probabilità di superamento del 10% in 50 anni, cioè periodo di ritorno del terremoto TR=475 anni).

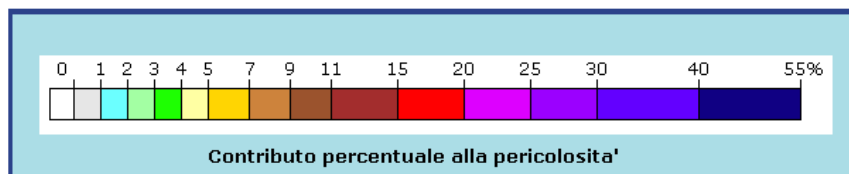
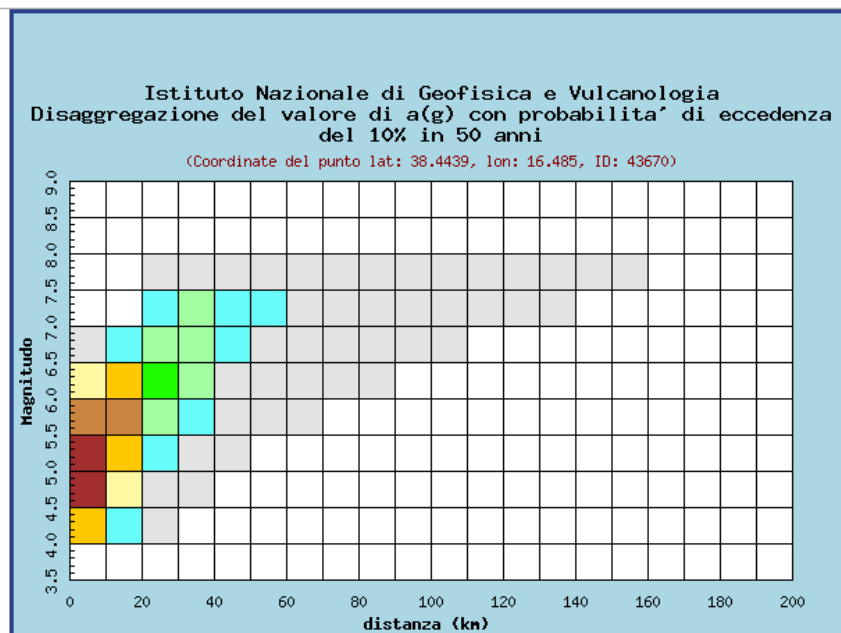
Per determinare la magnitudo attesa in un'area non esiste nella normativa un metodo univoco. Le Linee guida "Indirizzi e criteri per la zonazione sismica" (ICMS) della Protezione Civile (unico documento ufficiale in tema) indica due strade: La disaggregazione della pericolosità sismica: un'operazione che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito; La zonazione sismogenetica (ZS9) del territorio nazionale secondo la quale la sismicità può essere distribuita in 36 zone, a ciascuna delle quali è associata una legge di ricorrenza della magnitudo.

La disaggregazione della pericolosità sismica (es. McGuire, 1995; Bazzurro e Cornell, 1999) è un'operazione che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M.

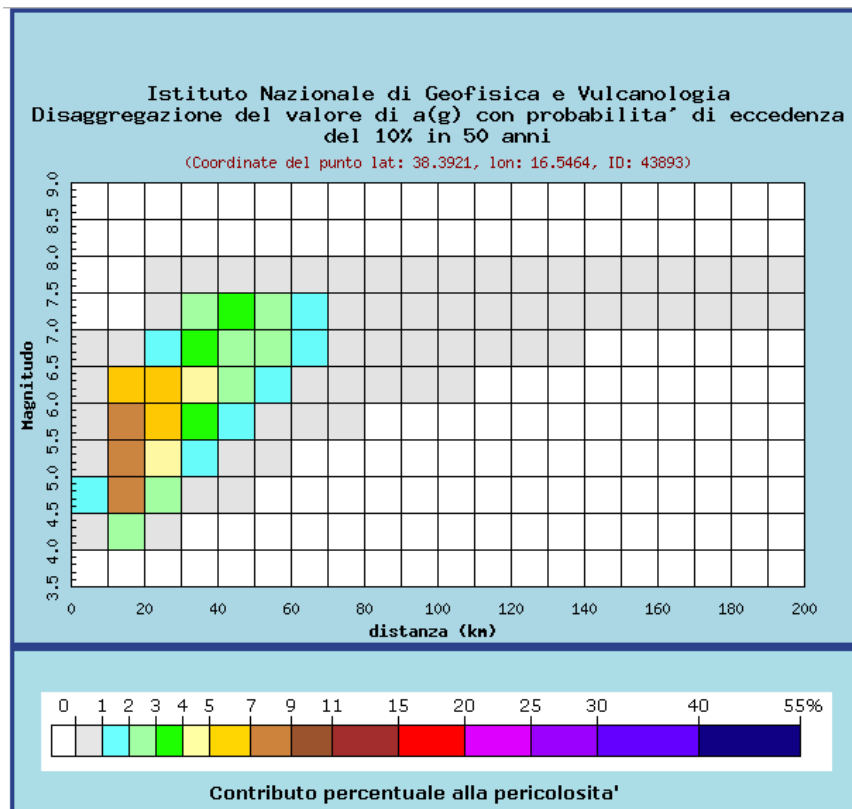
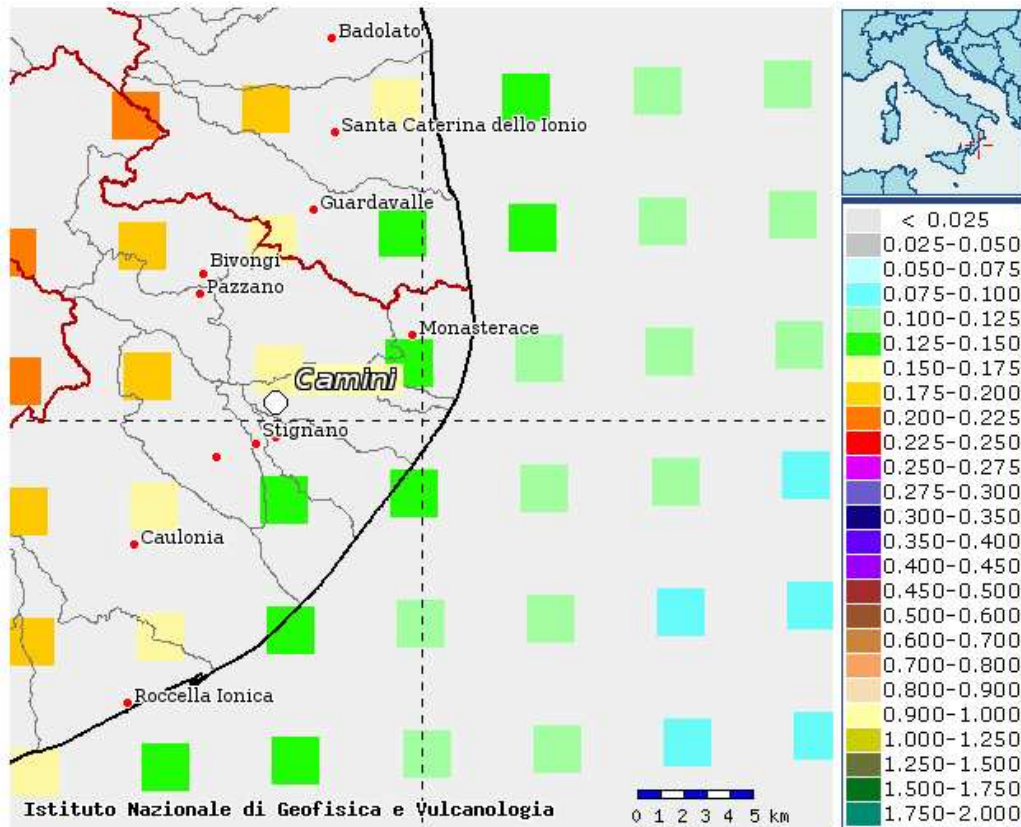
Espresso in altri termini il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso. L'analisi di disaggregazione è stata condotta per 16852 siti corrispondenti ai nodi della griglia adottata per la redazione della mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (Gruppo di Lavoro MPS, 2004). In particolare, sono stati disaggregati i valori mediani di scuotimento (riferiti a suolo rigido), espresso in termini di accelerazione orizzontale di picco (PGA) corrispondenti a 9 periodi medi di ritorno (MRP) 30, 50, 72, 100, 140, 200, 475, 1000 e 2500 anni.

Dall'elaborazione dei dati forniti dall'INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>) secondo le procedure della Deliverable D14 "Disaggregazione della pericolosità sismica in termini di M-R- ϵ " (D. Spallarossa, S. Barani, 2007) e per come sopra brevemente riassunto, per il due siti rappresentativi dell'intervallo di pericolosità sismica di base a cui è soggetto il territorio di studio (area a monte con coordinate ED50: lat. **38,433212°N**, lon. **16,482231°E** e l'area a valle con coordinate ED50: lat. **38,424042°N**, lon. **16,544981°E**), sono stati ricavati i dati di disaggregazione della pericolosità sismica, in termini di M-R, dei valori mediani di PGA con probabilità di superamento del 10% in 50 anni corrispondenti ad un M.R.P. di 475 anni per come richiesto dagli studi. Da quanto detto precedentemente, in sintesi, i parametri per la definizione della pericolosità sismica di base dell'area di studio sono i seguenti:





Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 38.4439, lon: 16.485, ID: 43670)										
	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	5.860	13.800	11.000	7.430	4.360	0.591	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.270	4.830	6.590	7.030	6.070	1.020	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.015	0.458	1.640	2.970	3.890	2.050	1.430	0.252	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.001	0.194	1.040	2.070	2.120	2.210	0.431	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.003	0.230	0.971	1.420	1.850	0.401	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.369	0.801	1.260	0.297	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.075	0.242	0.454	0.116	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.100	0.261	0.073	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.035	0.161	0.049	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.080	0.028	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.037	0.015	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.008	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.004	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	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

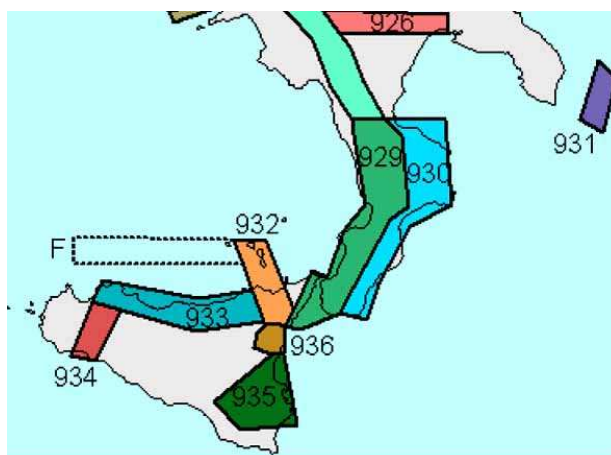


Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 38.3921, lon: 16.5464, ID: 43893)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	0.412	1.070	0.934	0.669	0.404	0.055	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	2.380	7.700	8.940	8.320	6.360	0.992	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.331	2.220	4.210	5.620	5.840	1.130	0.047	0.008	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.188	1.370	3.040	4.450	3.160	2.600	0.464	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.222	1.380	2.810	2.990	3.160	0.618	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.008	0.447	1.620	2.290	2.900	0.615	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.077	0.726	1.260	1.810	0.412	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.197	0.464	0.772	0.188	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.059	0.267	0.538	0.140	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.126	0.324	0.090	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.048	0.182	0.054	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.102	0.033	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.053	0.019	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.010	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.005	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.002	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.002	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000

sito	TR (anni)	Prob. Sup. (%)	Disaggregazione della pericolosità sismica in ag con Pvr in 50 anni		Parametri che definiscono l'azione sismica di base (NTC2018)		
			M	R (Km)	Ag (g)	F0 (---)	Tc* (s)
Camini Nord	475	10%	5.680	17.200	0.214	2.441	0.427
Camini Sud			6.000	30.800	0.139	2.791	0.419

La zonizzazione sismogenetica contenuta nell'Ordinanza n° 3274/03 denominata "ZS9" propone la suddivisione del territorio nazionale in fasce che presentano al loro interno requisiti di omogeneità in relazione alle caratteristiche geo-strutturali, cinematiche e sismiche. Una base essenziale per la zonazione del territorio è rappresentata dal modello sismotettonico dell'area italiana, e contributi rilevanti per la definizione delle singole zone sono forniti dai cataloghi sismici disponibili. In particolare, ZS9 è costruita facendo riferimento al modello sismotettonico di Meletti et al. (2000), rivisto ed integrato negli anni successivi alla sua formulazione. Inoltre, ZS9 è definita sulla scorta delle informazioni disponibili dai cataloghi CPTI2 (catalogo parametrico dei terremoti italiani) e DISS (database delle sorgenti sismogenetiche). L'elemento di novità è rappresentato dall'impiego di un catalogo sismico più aggiornato (CPTI2) e dall'introduzione delle conoscenze più recenti sulla geometria delle sorgenti sismogenetiche (database DISS).

Negli ultimi anni, infatti, la quantità di informazioni sulla sismogenesi del territorio italiano (sia per quanto riguarda gli aspetti geometrici delle sorgenti che per quanto attiene al loro comportamento atteso) è notevolmente aumentata rispetto a quella disponibile nel periodo in cui i ricercatori procedevano alla realizzazione di ZS4. Tali conoscenze rappresentano uno degli elementi chiave per il tracciamento delle nuove zone. Nella nuova zonazione la Calabria è suddivisa in due zone sismogenetiche: una sul lato tirrenico della regione (zona 929) ed una sul versante ionico (zona 930). L'esistenza di queste due distinte zone rispecchia livelli di sismicità ben differenti. I terremoti con più elevata magnitudo (1783, 1905, 1908) hanno infatti interessato i bacini del Crati, del Savuto e del Mesima fino allo Stretto di Messina (zona 929). Sul versante ionico della Calabria solo 4 eventi hanno superato un valore di magnitudo pari a 6, tra questi il terremoto del 1638 appare come l'evento più forte. Nella tabella seguente si riporta la magnitudo momento massima "Mwmax" rispettivamente per la Zona Sismogenetica denominata "Calabria Tirrenica 929" e "Calabria Ionica 930". In particolare, l'area oggetto di studio ricade nella **ZS n° 930**, che prevede una **Mwmax = 6.60**.

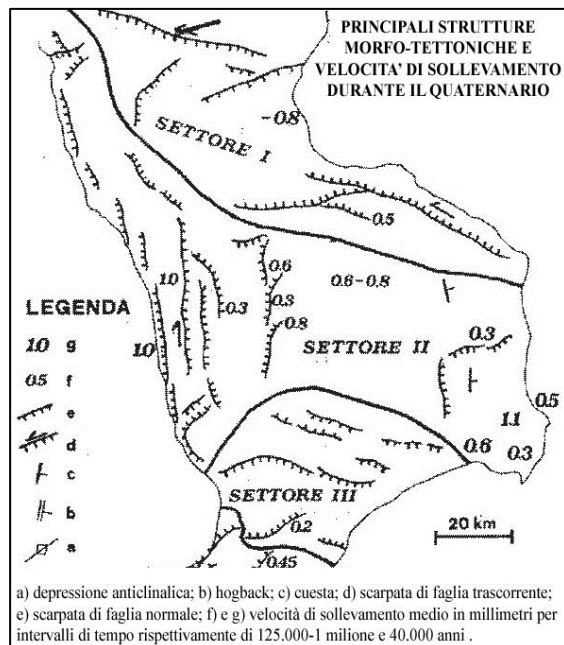


Valori della Magnitudo momento massima "Mwmax" per le Zone Sismogenetiche ZS9 (estratto da "Gruppo di Lavoro per la Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica"-2004)		
Zona Sismica - ZS9	Numero Zona Sismica	Mwmax
Calabria Tirrenica	929	7.29
Calabria Ionica	930	6.60

3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

3.1. Assetto geologico.

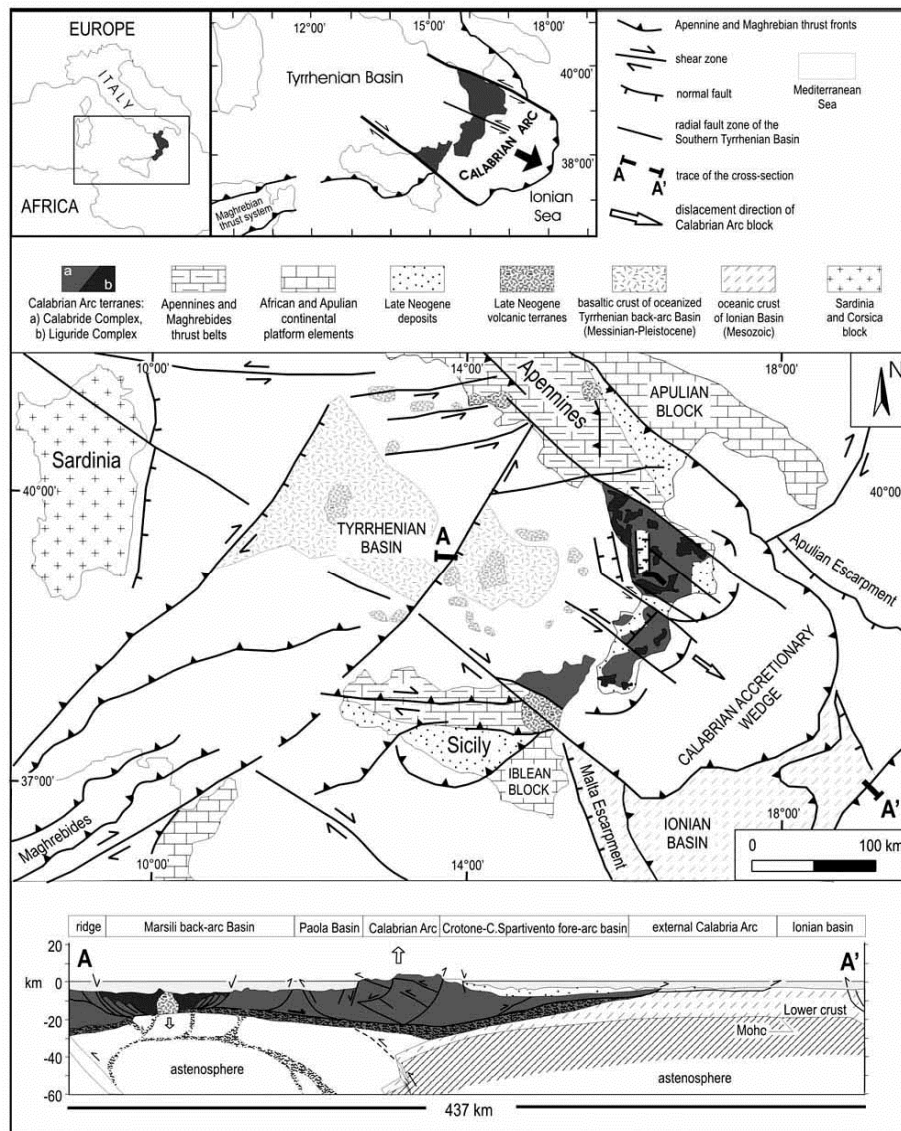
Il contesto geologico strutturale nel quale si colloca il territorio del Comune di Camini, è la parte medio bassa del Bacino della Fiumara Stilaro, compresi nel versante ionico del massiccio delle Serre. Essi si inquadrano nell'ambito geologico generale dell'edificio a falde che costituisce il nucleo della Catena Montuosa Calabra. Tale catena si erge bruscamente, raggiungendo quote superiori ai 1.500 m entro appena 5-6 km dalla costa; geologicamente "giovane" e ancora oggi in forte sollevamento (iniziato nel Miocene superiore-Pliocene inferiore). Il



tasso di sollevamento annuo, per il settore morfostrutturale di riferimento al cui interno s'inquadra l'area d'intervento, è molto articolato ma sono state valutate punte massime intorno a 1.0 mm/anno sia nell'ultimo milione di anni che per gli ultimi 120 ka (Sorriso-Valvo & Tansi, 1993).

L'arco calabro che comprende, oltre al Massiccio delle Serre, la Catena Costiera i rilievi della Sila e dell'Aspromonte, è costituito da una successione di coltri di ricoprimento di rocce prevalentemente cristalline, il cui trasporto e sollevamento appartiene a tempi geologici più antichi rispetto alla Catena appenninica. L'arco calabro considerato come una piccola parte della catena alpina è normalmente distinto dalla Catena appenninica per l'età, la natura e l'evoluzione delle unità tettoniche che lo compongono; è strettamente saldato alla catena appenninica e lo ricopre geometricamente con sovrapposizione diretta nella Catena Costiera, dove è possibile rinvenire in affioramento lembi della Catena "appenninica" al di sotto della catena "alpina". Su questo substrato si adagiano i depositi post-orogenici trasgressivi sulle unità appenniniche e su quelle alpine. Essi sono riferibili a due cicli sedimentari, di età compresa tra il Miocene medio e l'Olocene (quaternario recente). Si tratta nel complesso di argille, marne, arenarie, conglomerati, evaporiti, sabbie. I sedimenti più antichi sono stati coinvolti nel messiniano in una fase tettonica con traslazioni orizzontali che ha determinato una evidente discordanza angolare tra i terreni appartenenti ai due cicli sedimentari.

Le caratteristiche geomorfologiche attuali dell'area sono strettamente correlate alle modificazioni a livello strutturale, indotte dall'evoluzione dell'arco calabro e dei bacini ad esso connessi, e da fenomeni regionali di sollevamento e di deformazione tettonica. Il settore settentrionale della Calabria si differenzia dal settore meridionale a partire dal Tortoniano superiore, con l'apertura del bacino tirrenico. In tale periodo l'Arco calabro, già completamente costituito nella sua struttura a falde, migra rapidamente verso l'area oceanica ionica che subduce sotto il margine esterno della catena (Finetti e Del Ben 1986, Patacca e Scandone 1989). I confini dell'Arco, inteso come elemento crostale neogenico cinematicamente indipendente, sono tradizionalmente identificati con i grandi binari trascorrenti, rispettivamente sinistro e destro, della linea del Pollino a NE e della linea di Taormina a SO.

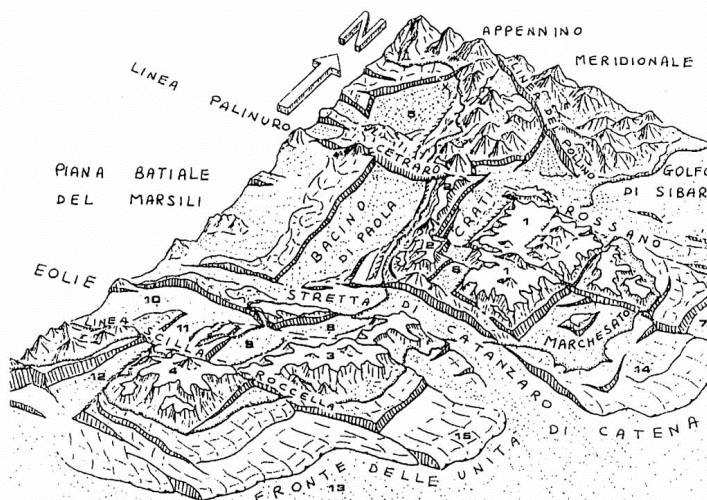


Mappa geologico strutturale schematica del Mediterraneo centrale con sezione geologica schematica (Van Dijk et al., 2000, modificato).

La dinamica superficiale mio-pliocenica, registrata negli ampi bacini sedimentari che occupano le depressioni tettoniche assiali e trasversali alla catena, rivela la prevalenza di deformazioni estensionali con direzione di trasporto tettonico verso SO. L'assenza di forti deformazioni compressive sul fronte esterno e la geometria molto inclinata del piano di Benioff delineato dalla sismicità sub-crostante (Guerra et alii 1991) indicano fenomeni di subduzione passiva della placca ionica cui si correlano movimenti di roll-back della catena calabro peloritana (Malinverno e Ryan 1986; Anderson e Jackson 1987).

L'ultima fase di costruzione dell'Arco Calabro-Peloritano inizia verso la fine del Pleistocene inferiore in concomitanza con il verificarsi di un insieme di fenomeni geologici di interesse regionale. In questo periodo iniziano a formarsi gli edifici vulcanici attuali dell'Etna e delle isole Eolie, si attivano i vulcani sottomarini Palinuro e Marsili, il centro di espansione del Tirreno si sposta dall'area centrale (edifici del Magnaghi e del Vavilov) all'area sud-orientale (edificio del Marsili), come svincolo cinematico settentrionale della placca calabra la linea di Palinuro si sostituisce alla linea del Pollino mentre il trasporto tettonico passa dalla direzione NO-SE a O-E. In conseguenza di questi eventi l'Arco Calabro subisce una serie di fasi tettoniche distensive e trascorrenti che portano ad una sua segmentazione ad opera di importanti sistemi di faglie organizzate secondo sistemi longitudinali e trasversali rispetto alle direttrici strutturali della catena calabra.

In conseguenza di questo l'Arco Calabro è stato interessato da un'intensa fase tettonica post-orogena trascorrente ed estensionale: quest'ultima, iniziata nel Pliocene superiore ma particolarmente intensa nel Pleistocene medio (e tutt'ora in atto), è legata al sollevamento isostatico dell'Arco stesso, prodottosi in seguito al distaccamento in profondità della placca jonica subdotta (Westaway, 1993; Wortel & Spacman, 1993; De Jonge et alii, 1994; Tortorici et alii, 1995; Monaco et alii, 1996).

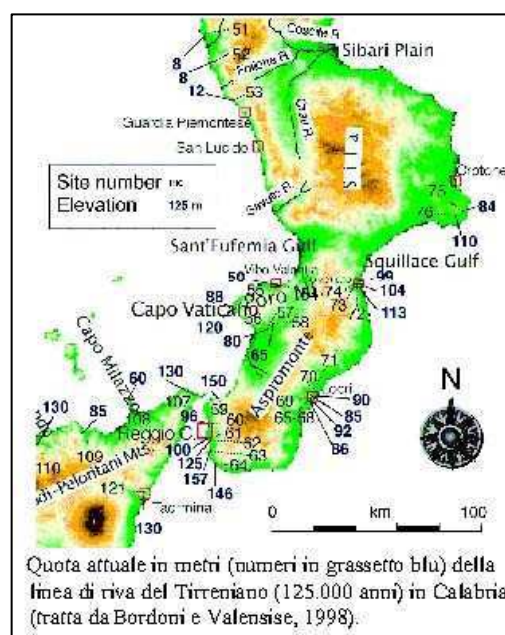


Schema strutturale attuale della Calabria (Guerra e Moretti 1996).

A seguito di tali deformazioni in Calabria e nei mari circostanti si chiudono buona parte dei bacini mio-pliocenici allungati in direzione SO-NE, e ad opera del nuovo schema strutturale si sviluppano nuovi bacini sedimentari continentali e marini, sia longitudinali (bacino del Crati, del Mesima, di Crotona-Capo Spartivento, di Paola-Gioia) sia trasversali (fossa del basso Crati-Sibari, fossa di Catanzaro, fossa di Siderno) fig.re 3.1, 3.2.

In particolare, nell'area occidentale dell'Arco Calabro, l'estensione ha prodotto un'ampia zona di rift, denominata "rift-zone calabro-sicula" (MONACO & TORTORICI, 2000), strutturata da un sistema di faglie normali tutt'ora attive. Essa si estende dalla costa orientale della Sicilia, attraverso lo Stretto di Messina, fino al settore nordoccidentale della Calabria. Il sistema di faglie è formato da diversi segmenti, di lunghezza variabile tra 10 e 30 km e direzioni comprese prevalentemente tra N-S e NE-SW. I singoli segmenti di faglia che costituiscono la rift-zone hanno frammentato l'Arco Calabro in bacini sedimentari marini ed in blocchi sollevati corrispondenti ai principali sistemi montuosi (Aspromonte, Serre, Catena Costiera, Sila).

Iniziano anche una serie di forti movimenti verticali a grande lunghezza d'onda che conducono rapidamente all'emersione della regione nella sua attuale configurazione fisiografica. L'attività dei movimenti verticali ha portato ad un brusco cambiamento nei caratteri della sedimentazione nelle aree marine circostanti, con la deposizione di estese coltri clastiche sopra le peliti. Il proseguimento dei movimenti verticali ha condotto anche all'emersione di buona parte dei bacini pleistocenici, i cui depositi giacciono, attualmente fino a quote di oltre 500 metri. Nella figura sono



evidenziate le quote attuali della linea di riva del Tirreniano (125.000 anni). A testimonianza dell'imponenza dei movimenti verticali rimane ancora oggi la profonda fascia di alterazione del substrato cristallino e dei depositi continentali dell'altopiano della Sila, delle Serre e dell'Aspromonte, che sono attualmente dislocati a quote superiori ai 1000 metri.

La porzione di territorio comprese tra le Serre e l'Aspromonte, su cui insiste l'area di studio geologicamente appartiene al settore centro-meridionale dell'Arco Calabro. Questo settore si estende a sud dell'allineamento Capo Vaticano – Soverato ed è costituito da una serie di affioramenti di terreni cristallini ignei e metamorfici, alloctoni, su cui poggiano lembi delle originali coperture sedimentarie, prevalentemente carbonatiche, passivamente

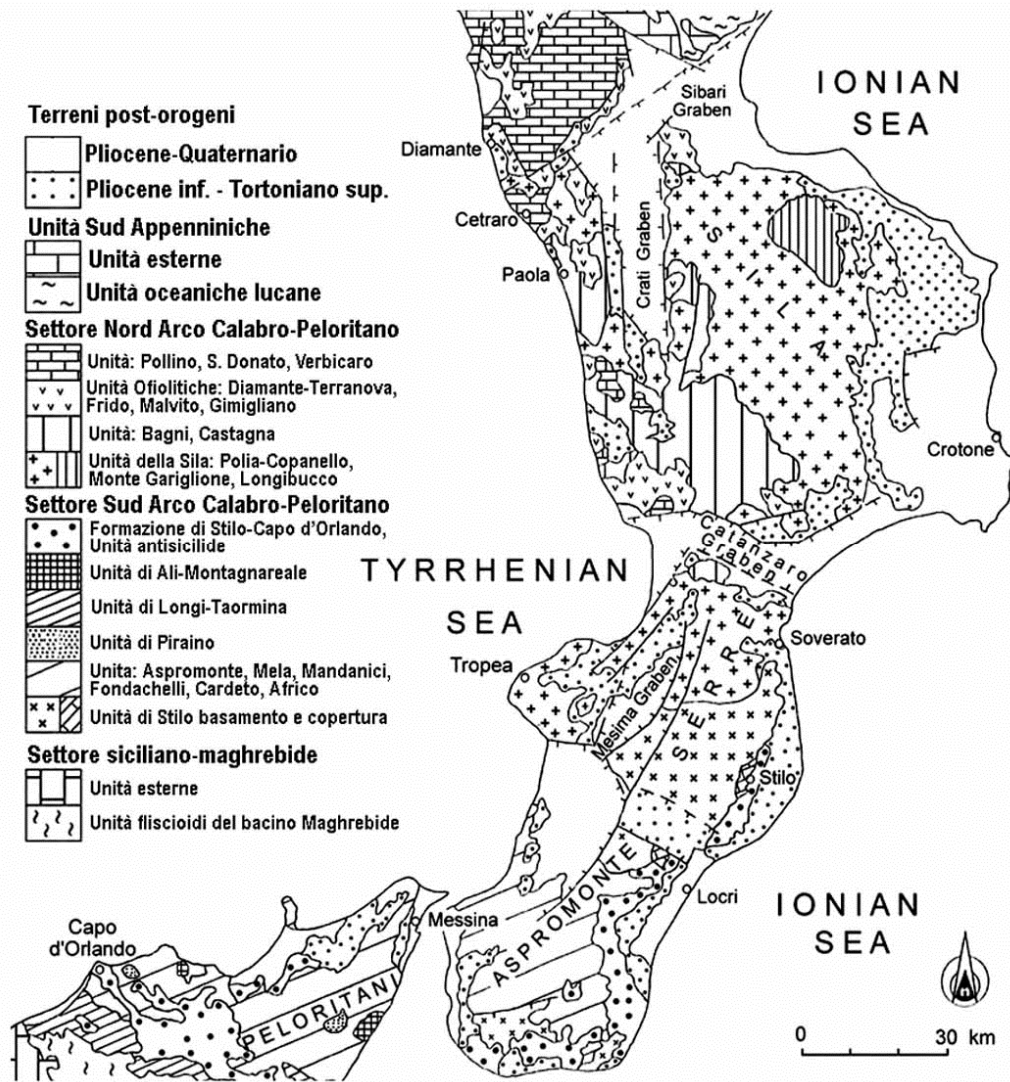
trasportate insieme alle falde cristalline, seguiti, in sovrascorrimento tettonico, da terreni sedimentari alloctoni in facies di flysch più o meno caoticizzato e inglobante livelli arenacei. A questo complesso alloctono seguono in discordanza stratigrafica i terreni tardo-orogeni e quelli plio-pleistocenici, sedimentati dopo la messa in posto delle falde di ricoprimento del Corrugamento alpino. Le condizioni lito-meccaniche dei terreni discendono dalla loro storia tettonica e, pertanto, si inquadrano nella storia geologica della Calabria. La costruzione del territorio calabrese è relativamente recente, malgrado si ritrovino materiali antichi sradicati dalla loro sede di origine, dislocati tettonicamente per centinaia di chilometri ed impilati in falde di ricoprimento sulle quali si sono depositati, durante e dopo le fasi di impilamento, depositi sedimentari da relativamente recenti ad attuali. Durante l'ultima fase di costruzione della struttura della Calabria, si è avuto un sollevamento generalizzato, ma non uniforme, che ha conferito alla Calabria meridionale il suo aspetto attuale, significativamente modificato dall'erosione. Il sollevamento ha portato ad oltre 1200m sul livello del mare attuale un'antica superficie di sedimentazione e i rilievi che essa circondava: i Piani d'Aspromonte e la dorsale del Montalto. Il nucleo sollevato ha un'ossatura costituita dai terreni cristallini delle unità alloctone della Catena alpina. L'impilamento delle falde alloctone inizia nel Miocene medio, circa 16 milioni di anni fa, mentre risale a circa 1 milione di anni l'avvio della fase di intenso sollevamento tettonico di cui abbiamo prima indicato. Tale sollevamento, testimoniato dall'attività sismica e dai molteplici indizi geologici e geomorfologici, continua ancora oggi ed è accompagnato da un'intensa azione dei processi di smantellamento (erosione e movimenti in massa). I terreni cristallini ignei e metamorfici alloctoni sono rappresentati dalle:

- *Unità Alpine dell'Aspromonte* costituite da unità metamorfiche di basso-medio-alto grado e dai complessi plutonici delle Serre e dell'Aspromonte. Si tratta di terreni di provenienza continentale, con alcuni elementi che indicano probabilmente le prime fasi di apertura di una fossa oceanica (lave basiche), metamorfici o intrusivi, a composizione acida, derivanti dalla deformazione e trasporto di segmenti crostali in parte già metamorfosati durante il Corrugamento Ercinico (fase Varisica o pre-Varisica), e rimetamorfosate durante il corrugamento alpino. Il Corrugamento alpino ha indotto in alcuni di questi complessi metamorfici un retrometamorfismo che ha reso queste rocce facilmente alterabili e, di conseguenza, franabili. Le Unità Metamorfiche di basso e medio grado costituiscono i termini stratigraficamente inferiori e sono costituiti da filladi e metareniti quarzose, micascisti a granato e tormalina, e marmi con uno spessore molto variabile, l'età va dal Cambiano al Devoniano (Paleozoico inferiore e medio);

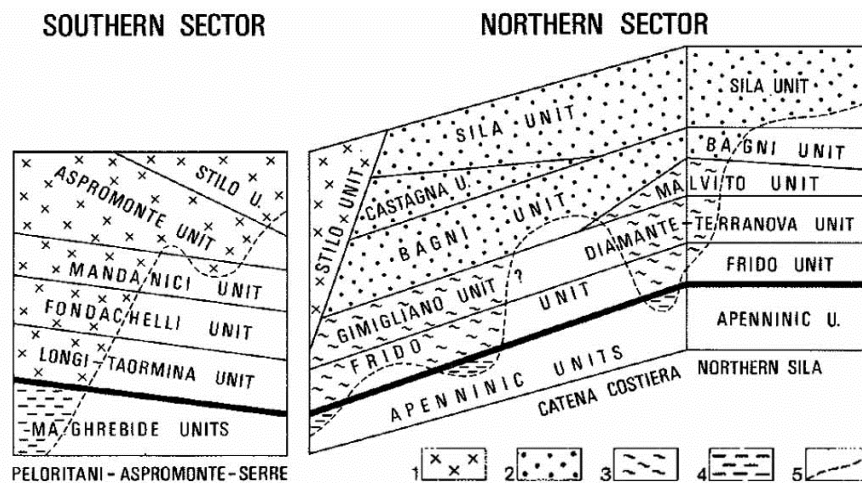
- *Unità di Stilo* caratterizzata da: un Complesso di rocce metamorfiche di basso-medio-alto grado costituite da filladi, metacalcari a trilobiti devoniane, porfiroidi, metabasiti, micascisti a granato, gneiss a granato e gneiss occhialini; Il Batolite di Stilo (MESSINA et al., 1993) che costituisce il nucleo principale dell'Unità omonima è costituito da molte unità intruse in una fase post-tettonica. La sua composizione è variabile tra la tonalite ed il monzogranito, con prevalenza di granodiorite. Molto diffusi sono gli xenoliti (inclusioni) metamorfici e i dicchi aplitici e femici. Lo spessore può giungere fino a 2000m. L'età è tra il Carbonifero ed il Permiano (Paleozoico Superiore) ed è stata determinata radiometricamente (290-270 Ma). Il contatto con il Complesso metamorfico è caratterizzato da un'aureola di metamorfismo di contatto; La copertura sedimentaria è costituita da una successione discordante sul basamento cristallino di conglomerati, arenarie e argilliti rosse, continentali, del Triassico-Giurassico Inferiore seguite da dolomie e calcari del Giurassico Medio-Cretacico Inferiore e brecce calcaree a frammenti di rudiste (Cretacico Superiore); verso l'alto seguono un sottile livello lateritico continentale dell'Eocene-Oligocene Inferiore, un livello a breccia ad elementi filladici (Oligocene Inferiore) e in discordanza biocalcareni e arenarie dell'Oligocene Miocene Inferiore (Aquitano).

Alle unità cristalline seguono le unità sedimentarie tardorogene. Queste sono costituite da varie formazioni di età compresa tra l'Oligocene Superiore e l'Olocene:

- Conglomerati, arenarie ed argilliti della F.ne di Stilo-Capo d'Orlando (Oligocene sup. -burdigaliano);
- Calcareni di Floresta (Langhiano);
- Complesso antiscilide fortemente tettonizzato delle Argille Varicolori (Cretaceo) con la copertura di Quarzareniti umide (Oligocene) in falda sulla formazione precedente;
- Sabbie conglomerati ed arenarie a Clypeaster dell' Unità silicoclastica Serravalliano-Tortoniano;
- Siltiti, argille diatomitiche, calcari evaporitici gessi e gessareniti della F.ne Evaporitica (Messiniano);
- Conglomerati e sabbie dell'Unità silicoclastica tardo messiniana;
- Alternanze di marne calcaree e calcari marnosi della F.ne dei Trubi (Pliocene);
- Conglomerati, sabbie ed argille della F.ne di Vrico (Monte Narbone in Sicilia) (pliocene sup.);
- Depositi sabbiosi, conglomeratici di Terrazzi marini pleistocenici;
- Depositi recenti dei fiumi e delle pianure costiere.



Schema tettono-stratigrafico delle Unità dell'Arco Calabro-Peloritano. (Critelli et alii) modificato.



Schema dei rapporti geometrici tra le Unità dell'Arco Calabro-Peloritano. (Bonardi et alii 1992a) modificato. Legenda: Settore meridionale 1) Unità a basamento cristallino pre Mesozoico; Settore settentrionale 2) Unità Austro-Alpine, 3) Unità Ofiolitiche; 4) Catena Appennino-Maghrebide; 5) limite tra le parti affioranti e non della pila delle unità tettoniche.

La geologia dell'area di studio deriva dall'analisi: della Carta Geologica CasMez in scala 1:25.000; della Tesi di Laurea UniCal "*I Terrazzi Marini Quaternari nell'area della Locride (Costa Ionica RC): Implicazioni Neotettoniche*" (Nastassia Kazlova, 2011/2012, relatori: Prof. S. Critelli, Dott. V. Tripodi, Dott. A. Pisciuoneri); Carta Geologica P.R.G. del Comune di Camini. I dati sono stati reinterpretati con il rilevamento geologico considerando l'appartenenza dei litotipi presenti a quelli descritti nell'adiacente Foglio 590 Taurianova del Carg.

Nell'area di studio il basamento è costituito: dall'unità Cretacico sup.- Miocene inf. del Gruppo delle Argille Variegate seguita dalla successione terrigena del Miocene medio-superiore rappresentata dalla f.ne di San Pier Niceto, dalla sola successione clastica del Messiniano - Gruppo Gessoso Solfifera rappresentata dalla F.ne di Monte Canolo; dalla successione Zancleano-Pleistocene inf. rappresentata dalla F.ne dei Trubi. Chiudono la sequenza i depositi di copertura dei depositi di terrazzo marino e fluviale, e delle coltri eluvio colluviali ed alluvionali fluviali e costiere del Pleistocene medio - attuale.

Il Basamento dell'area è rappresentato dal **Gruppo delle Argille Variegate AV** (Cretacico sup.-Miocene inf.) (Casmez M^{ac}_{1-2}), appartenente all'Unità della Catena Appennino-Maghrebide (Unità tettonica Antisicilide). Esso è costituito da Argille Variegate, che poggiano in contatto tettonico sul flysch di Capo D'Orlando ed è affiorante in un piccolo lembo lungo il confine NW del territorio. Si tratta di peliti caotiche di colore verdastro-rossastre a tessitura scagliosa con inclusi calcareo-marnosi e strati sottili argilloso-arenacei. Al loro interno è presente una litofacies a black-shales con olistoliti quarzarenitici. Il loro spessore nell'area varia di qualche centinaio di metri. Al di sopra di tale gruppo poggia in contatto erosivo e con discordanza angolare la successione terrigena del Miocene medio-superiore costituita dalla **Formazione di San Pier Niceto PTC** (*Serravalliano-Tortoniano*). La formazione è suddivisa dal basso verso l'alto in tre litofacies: **Pelitica PCT_a** (Casmez M^{a-s}_{2-3}) con argilliti siltose e da alternanze di arenarie fini e grossolane con intercalazioni siltoso-argillose di ambiente marino; **Arenaceo-pelitica PCT_b** (Casmez M^s_{2-3}) con arenarie arcose medio-grossolane in strati e banchi 0.10-3.0 metri, alternate a silt-argillosi, argille marnose, lenti conglomeratico-sabbiose e livelli pelitici; **Conglomeratica PCT_c** (Casmez M^{cl-s}_{2-3}) conglomerati e sabbie grossolane ben classate in cui i conglomerati si presentano con clasti arrotondati, eterometrici e poligenici a prevalente composizione granitica e metamorfica, subordinatamente calcarea immersi in matrice sabbioso-limosa bruno scuro. Le litofacies **Pelitica PCT_a** e **Arenaceo-pelitica PCT_b** affiorano in piccoli lembi sempre nella parte NW del territorio. Invece la litofacies **Conglomeratica PCT_c** è la più estesa ed affiora in tutta la parte medio superiore del territorio. Lo spessore complessivo della formazione nell'area supera i 300-400 metri.

In contatto erosivo e con discordanza angolare sulla litofacies conglomeratica poggiano i termini della successione clastica ed evaporitica del Miocene. In particolare troviamo la sola successione clastica della **Formazione di Monte Canolo (NTO)** (Messiniano sup.) (Casmez P^{cl-s}_1). Essa è costituita da conglomerati grossolani poligenici con abbondante matrice sabbiosa, passanti lateralmente a sabbie, inoltre si rinvencono clasti arrotondati di rocce cristalline e metamorfiche, ma anche di arenarie ed elementi afferenti alle Argille Variegate (AV). Nella parte bassa i livelli sono più sabbiosi e ghiaiosi, addensati di colore marrone, in matrice sabbiosa. I depositi anzidetti caratterizzano a macchie la parte centrale del territorio. Lo spessore massimo nell'area è di 80-100 metri.

A ricoprire i depositi del Serravalliano-Tortoniano e Messiniani in *onlap* si osservano i termini della successione della **Formazione dei Trubi TRB** (Zancleano-Piacenziano) (Casmez P^{a}_{1-2}). Alla base la **Formazione dei Trubi TRB**, è rappresentata da alternanze ritmiche di marne e di calcari marnosi con una *litofacies conglomeratica TRB_a* costituita da livelli conglomeratici con clasti granitoidi subarrotondati in matrice sabbiosa. Tale formazione affiora in modo discontinuo e pellicolare nella zona centrale del territorio mentre diventa predominante e con spessori elevati (anche maggiore di 200 metri) nella parte medio bassa del territorio.

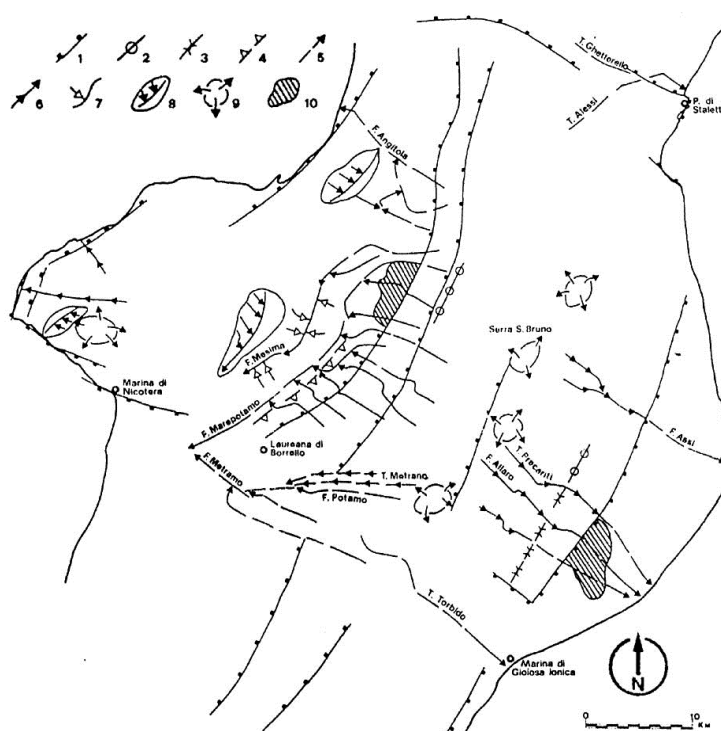
Le unità e formazioni sinora descritte appartengono ai terreni del substrato geologico. Al di sopra in contatto stratigrafico discordante erosivo seguono i terreni di copertura (Pleistocene med. – Attuale).

Nella parte bassa del territorio comunale sulla parte sommitale delle dorsali collinari della F.ne dei Trubi, a luoghi, in trasgressione, si trovano i depositi terrazzati marini e continentali. In particolare sulla dorsale collinare in sinistra idrografica della parte terminale del Vallone Nescilacqua è presente una vasta spianata sub-pianeggiante (quota di circa 100.0 metri s.l.m.) costituita dai **Depositi marini terrazzati (g_n)** (Pleistocene superiore) (Casmez P^{cl-s}_{2-3} , P^{ar-s}_{2-3} , q^{cl-s}) che rappresentano depositi conglomeratici relitti con ciottoli arrotondati e subsferici di natura granitica e metamorfica in scarsa matrice sabbiosa ed argillosa rossastra che passano lateralmente a sabbie ciottolose in matrice sabbioso-terrosa e talora si intercalano limi argillosi rossastri. Lo spessore è inferiore ai 30 metri. Nella stessa zona sulle sommità delle dorsali circostanti ed in particolare a monte dei nuclei urbani di C.da Ellera e Travatura, troviamo i **Depositi alluvionali terrazzati (b_n)** (Pleistocene medio-Olocene) (Casmez P^{cl-s}_{2-3} , P^{ar-s}_{2-3} , q^{cl-s}) costituiti da ghiaie poligeniche ed eterometriche, brune o giallastre, a clasti arrotondati in matrice argilloso-sabbiosa. Le ghiaie sono alternate a livelli sottili di sabbie argillose rossastre, a sabbie ciottolose e limi argillosi rossastri.

In contatto stratigrafico trasgressivo sui depositi precedenti, prettamente nelle piane alluvionali dei corsi d'acqua principali e nella piana costiera, troviamo i Depositi

continentali e transizionali olocenici. Essi sono rappresentati dai **Depositi alluvionali recenti e di piana esondabile (b_b)** (Olocene) (Casmez af) e dai **Depositi alluvionali attuali (b_a)** (Attuale) (Casmez ac). Si tratta di ghiaie, sabbie ghiaiose, peliti con ciottoli ben arrotondati di ambiente alluvionale, depositi di conoide dei principali corsi d'acqua e ghiaie grossolane degli alvei fluviali. Seguono lungo la fascia litorale e retrospiaggia i **Depositi di duna costiera (d)** (Olocene-Attuale) (Casmez d1, d2) caratterizzate da sabbie medio fini ben classate di colore grigiastro e i **Depositi di spiaggia (g)** (Olocene-Attuale) (Casmez ac) caratterizzate da livelli di sabbie ghiaiose, ghiaie sabbiose e sabbie medio grossolane. Vanno ulteriormente segnalati i Depositi eluviali e colluviali presenti sulle sommità ed alla base delle pendici collinari argillose costituiti da argille limose, limi argillosi deb. sabbiosi di colore marrone.

Dal punto di vista "strutturale" il territorio comunale si trova alla base delle pendici orientali della Catena delle Serre. Tale settore a partire dal Pleistocene medio-superiore ha assunto il carattere di area in sollevamento, con sviluppo di superfici continentali terrazzate. Nei blocchi della catena già precedentemente sollevati si evidenziano numerosi indizi morfologici di una tendenza positiva, che persiste sino ad oggi e che è rappresentata da versanti ripidi



Principali evidenze morfologiche legate ai sistemi di faglia Maida-Laureana di Borrello, Maida-Punta di Staletti e Marina di Nicotera-Marina di Gioiosa Ionica. 1) scarpate rettilinee; 2) allineamenti di cime; 3) allineamenti di selle; 4) allineamenti di controtendenze sui versanti; 5) corsi d'acqua a sviluppo rettificato; 6) incisione vallive profonde; 7) confluenze controcorrente; 8) reticoli idrografici a sviluppo asimmetrico; 9) reticoli idrografici centrifughi; 10) aree ad erosione accelerata (da Ghisetti F., 1979, mod.).

tagliati nell'entroterra da faglie normali che corrono parallelamente alla costa, incisioni vallive profonde, da reticolati idrografici a carattere centrifugo (Ghisetti, 1980, 1981) ed è interessato a mare da uno sviluppo contenuto della piattaforma, di dimensioni ristrette. I sistemi di faglie in direzione NE-SW e N-S che sino al Pleistocene inferiore controllavano la ripartizione tra aree del bacino e zone emerse, proseguono la loro attività con meccanismi normali, separando le aree in erosione da quelle in sedimentazione continentale. Esse assumono maggiore sviluppo nel margine ionico meridionale, che presentano rigetti di modesta entità, peraltro compatibili con una attivazione in tempi recenti. Particolare attività assumono le faglie, a direzione NW-SE e compresa tra E-W e

WNW-ESE, del bordo ionico, quelle che delimitano a nord la Fossa di Catanzaro e le faglie normali attive sul bordo nord-orientale delle Serre, che sembrano controllare il sollevamento differenziale del Blocco delle Serre nei confronti della Fossa di Catanzaro. I principali sistemi di faglie ritenuti attivi, che delimitano i blocchi maggiormente sollevati nei confronti di settori soggetti a prevalenti alluvionamento continentale, dislocano livelli continentali medio-suprapleistocenici ed esercitano un netto controllo morfologico. Sono in particolare da segnalare le scarpate rettilinee, alte fino a 200-300 metri, che si accompagnano ai sistemi Maida-Laureana di Borrello, Sinopoli-Cosoleto e Marina di Nicotera-Gioiosa Ionica, ed il controllo operato da questi sullo sviluppo del reticolo idrografico. Dalle Serre all'Aspromonte si individua un asse di sollevamento diretto da NE-SW a ENE-WSW. Nel tratto più meridionale esso viene a corrispondere con lo spartiacque attuale ed è inoltre messo in evidenza dai basculamenti dei terrazzi pleistocenici. Nelle Serre, invece, l'asse di massimo sollevamento è spostato verso est rispetto allo spartiacque attuale. L'analisi della geometria delle superfici basali dei terrazzi continentali pleistocenici ha permesso di indicare, nel complesso, la tendenza all'inarcamento dei blocchi più sollevati di Capo Vaticano, delle Serre e dell'Aspromonte nei confronti delle aree di alluvionamento attuale. Il sollevamento indicato dai basculamenti è globalmente divergente rispetto all'attuale linea di spartiacque, mentre un'area di sollevamento minimo si può localizzare anche nella porzione assiale della Fossa del Mesima.

L'area è identificata da due sistemi di faglie relativamente recenti. Il primo è caratterizzato da un sistema a cinematisma non definito ma presumibilmente a cinematisma da normale a normale con componente trascorrente sinistra con una direzione circa NW-SE; Il secondo da un sistema a cinematisma normali con direzione SW-NE. Tali sistemi sono legati alla fase distensiva e di sollevamento generalizzato dell'intero Arco Calabro sviluppatasi dal Pliocene inferiore-medio. L'assetto strutturale dell'area, quindi, risente dell'influenza di tale struttura che si sviluppano principalmente: il primo lungo il Vallone Nescilacqua immediatamente a SW dell'abitato di Camini; il secondo nella parte mediana del territorio, dove mette in contatto la F.ne dei Trubi con quella di San Pier Niceto, e in prossimità della costa ionica dove disloca i depositi di terrazzo marino. Tale secondo sistema è identificato come Sistema di Stilo-Bovalino.

La presenza di faglie capaci nel territorio oggetto di studio può essere verificata consultando il catalogo delle faglie capaci ITHACA "*ITaly HAZard from CAPable faults*". L'adeguata conoscenza della cronologia dell'attività delle faglie è cruciale nella definizione di schemi strutturali per finalità sismo-tettoniche. Per le aree analizzate, l'intervallo cronologico scelto affinché si possa ritenere un elemento strutturale di sicuro interesse in ambito sismo-tettonico è il Pleistocene superiore-Olocene (a partire dall'ultimo massimo

glaciale, ca. 18000-23000 anni BP). La scelta di questo intervallo cronologico "stretto" rende pressoché sicura la pertinenza dell'elemento strutturale rappresentato con il regime deformativo in atto. Inoltre, essa è direttamente legata alle caratteristiche geologico-geomorfologiche dei settori interessati dalle faglie rappresentate. La maggior parte di queste faglie, infatti, interessa versanti montuosi e spesso disloca depositi di versante. È ormai ampiamente riconosciuto che la più cospicua produzione detritica recente nell'Italia peninsulare è da riferire a fasi deposizionali prossime all'ultimo massimo glaciale nel contesto di una dinamica periglaciale. Pertanto, le successioni detritiche, talvolta assai spesse, riferibili al contesto cronologico citato costituiscono dei serbatoi di informazione sull'attività delle faglie negli ultimi millenni.

In particolare, nei pressi dell'area di studio, il sistema sismogenetico considerato attivo è il *Sistema Stilo-Bovalino* (Cat. ITHACA). Morfologicamente il *Sistema Stilo-Bovalino* è costituita da un sistema di faglie normali di direzione NE-SW, lungo circa 54 Km, con uno slip rate verticale minimo dell'ordine di 0,2 mm/a, uno spessore dello strato sismogenetico di circa 5-15 Km ed ultima attività nota del sistema nel Quaternario. Nello specifico, il territorio è attraversato da faglie dirette legate a tale sistema che determina un sistema a gradinata ribassante verso il quadrante sud orientale. Il segmento di faglia principale è identificato come Faglia Vinciguerra. La **Faglia Vinciguerra** (Sistema Stilo-Bovalino) individuata con il codice 38706, presenta una direzione SSW-NNE, uno sviluppo di circa 6.6 Km, un cinematismo di tipo normale con debole immersione in direzione E ed una scarpata di faglia di 20 metri, mentre l'ultima attività nota è del Pleistocene (<10.000 anni). Le evidenze di tale faglia sono riscontrabili a 1.4 km ad ovest del centro storico di Camini, al di fuori del limite comunale.



Stralcio Carta Banca dati ITHACA

3.2. Assetto geomorfologico.

Morfologicamente il territorio del Comune di Camini è situato sul versante ionico a ridosso delle propaggini orientali del Massiccio delle Serre. Le condizioni geologiche generali trovano un diretto riscontro nei caratteri geomorfologici ed in particolare nei fenomeni morfogenetici nel complesso della loro dinamica evolutiva. L'impianto geomorfologico è stato determinato in maniera preponderante dagli eventi tettonici, dall'assetto stratigrafico e dalle associazioni geologiche, mentre la sua evoluzione più o meno rapida è stata determinata dalle interazioni e sovrapposizioni di diversi elementi morfologici, dai diversi schemi idrogeologici, dai caratteri geolitologici peculiari, dalle azioni antropiche.

La morfologia del paesaggio è caratterizzata da rilievi collinari di altezze intorno ai 300 mt su cui insiste il centro storico di Camini e la serie dei terrazzi marini e fluviali degradanti verso il mare sviluppati a quote intorno ai 30 – 100 mt su cui insiste la frazione Ellera. I terreni hanno scarsa resistenza all'erosione e forte propensione al dissesto. Frequenti e diffusi sono i fenomeni franosi registrati nel territorio in particolare in corrispondenza del centro storico. Trattasi di fenomeni di tipo scorrimento, complesso e deformazione gravitativa sia superficiale che profonda che coinvolgono sia i depositi conglomeratici sabbiosi del ciclo miocenico e sia i depositi argillosi pliocenici.

La velocità dei fenomeni, specie a ridosso dei cigli di versante già in frana, è sempre controllata dall'acclività del versante sul quale insistono. Nella velocità di deformazione, altro fattore determinante è il grado di saturazione dei terreni mediamente permeabili specie in condizioni di intense e prolungate precipitazioni. Fenomeni di erosione lineare hanno modellato il paesaggio conferendogli un aspetto calanchivo con rotture di pendenza lungo i versanti dei rilievi collinari argillosi maggiori del 30%.

L'analisi geomorfologica ha evidenziato le condizioni del dissesto che riguardano i terreni del territorio, ossia i diversi processi che determinano il modellamento e l'evoluzione dei rilievi, e tra questi, le forme che indicano la genesi prevalente. La differenziazione principale dei processi morfogenetici, considerando maggiormente le aree a pericolo di frana piuttosto che le singole frane, tiene conto di tre categorie:

- Forme e processi dovuti alla gravità;
- Forme dovute all'azione dell'acqua;
- Le grandi superfici di spianamento.

In tutte le distinzioni si differenziano le forme in evoluzione per processi attivi rispetto alle forme non in evoluzione. Nella prima categoria rientrano i depositi e le forme dovuti alla gravità. Alla seconda categoria appartengono le forme e i processi che derivano dall'interazione acqua terreno, come le colate di detrito (azione mista acqua gravità) e le

aree soggette ad erosione calanchiva, queste ultime presenti e caratterizzanti le dorsali argillose poste nella porzione medio bassa del territorio comunale. Alla terza categoria appartengono le superfici, quelle importanti per estensione, che derivano da un processo di modellamento, post-sedimentario, che ha determinato la conservazione di terrazzi marini e fluviali posti a quote di circa 100 metri s.l.m. L'acclività meno elevata di alcune parti di territorio favorisce la costituzione di un impianto vegetale (arboreo e/o arbustivo) in cui sono presenti, opere di terrazzamento, gradonature e modeste e continue opere di sostegno, anche in pietra che testimoniano l'attività recente di un utilizzo del suolo ai fini agricoli e zootecnici. Le zone sommitali delle spianate presentano, in generale, caratteristiche di stabilità geomorfologica.

La piana alluvionale della Fiumara Stilaro e la zona costiera del settore ionico, in cui s'inserisce la parte bassa del territorio comunale di Camini, è caratterizzato da pianure alluvionali che hanno permesso la realizzazione di piccoli nuclei urbani. Prevale in queste aree la morfologia pianeggiante e subpianeggiante che raggiunge le prime pendici dei rilievi collinari. La pianura alluvionale è costituita da terreni originati dai processi di forte erosione idro-meteorica che hanno agito sulle rocce di base affioranti nelle zone delle Serre, con successive fasi di trasporto ed infine fenomeni di sedimentazione, in fase di accumulo in ambiente subaereo, verificatisi proprio per la riduzione di pendenza lungo le linee di maggiore deflusso.

La rete idrografica principale che caratterizza il territorio di Camini è legata al corso d'acqua principale (Fiumara Stilaro) ed ai piccoli bacini di corsi d'acqua che sfociano direttamente nel Mar Ionio con un andamento rettilineo e trasversale alla linea di costa. Tra i corsi d'acqua secondari i più importanti sono: il Fosso Burrao confine NE ed il Vallone Nescilacqua confine SW del territorio.

L'attività dei torrenti e dei fiumi è sempre legata alla rete idrografica secondaria. Nella parte iniziale, il deflusso verso il solco principale si sviluppa con una configurazione dendritica e dipende dalla litologia e dalla struttura delle formazioni incontrate, dalla vegetazione e dal clima. La morfologia del territorio comunale assume un ruolo fondamentale poiché tutte le incisioni che caratterizzano le aree collinari sono legate principalmente all'azione erosiva delle acque dando origine ad una serie impluvi e fossi che si sviluppano lungo tutto il territorio andando ad alimentare i corsi d'acqua principali o sfociando direttamente nel Mar Ionio. L'erosione e il conseguente approfondimento delle incisioni in alcune aree, provoca spesso lo scalzamento progressivo del piede di alcuni versanti collinari, accelerandone l'instabilità anche a causa delle litologie facilmente erodibili e dei terreni poco addensati.

Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea il ruolo più importante lo riveste il Complesso Idrogeologico Alluvionale. Esso affiora prevalentemente lungo l'intera piana

alluvionale fluviale/costiera e risale a monte nel territorio di Camini lungo le piane alluvionale dei corsi d'acqua Stilaro e Burrao. Si tratta di depositi di età olocenica, legati a deposizione fluviale dovuta ai due corsi d'acqua sopraccitati, a conoidi di deiezione, a detriti di falda. Questo complesso è costituito nei primi metri superficiali da una granulometria medio fine per evolvere in litologie più grossolane (sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose). Il complesso presenta generalmente una permeabilità primaria (per porosità) elevata, la quale può diminuire localmente per la presenza di matrici limose e/o argillose all'interno delle litologie stesse. In questi complessi generalmente sia ha una circolazione idrica per falde sovrapposte, con deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi a più alto grado di permeabilità relativa. Le diverse falde possono essere quasi sempre ricondotte ad una unica circolazione idrica sotterranea per il tipo di deposizione lenticolare dei sedimenti. Altro complesso idrogeologico presente è il Complesso Idrogeologico Sabbioso-Conglomeratico che è rappresentativo dello scheletro strutturale della maggior parte delle aree collinari presenti sul territorio. Esso è costituito da un'alternanza irregolare di materiali di varia granulometria (sabbie e conglomerati da bruni a rossastri con frequenti e sottili intercalazioni limose). I depositi mostrano variazioni laterali e verticali molto brusche: da sabbie fini a sabbie grossolane e conglomeratiche. Questi depositi sono per lo più poco consolidati e facilmente disgregabili. Gli spessori sono rilevanti, in alcune zone possono raggiungere consistenze di oltre 300-400 metri. In alcune aree la permeabilità del complesso risulta molto elevata a causa della predominanza dei materiali conglomeratici mentre in altre risulta con valori medi per la presenza prevalente della componente più fine. Nell'insieme il complesso presenta dunque una permeabilità media che tende ad innalzarsi in corrispondenza degli orizzonti più grossolani. Pertanto anche questo complesso, come quello alluvionale, è caratterizzato dalla sovrapposizione disordinata di litologie di varia granulometria e dalla presenza di una circolazione idrica per falde sovrapposte, con deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi a più alto grado di permeabilità relativa. Le litologie argillo-limose determinano la presenza del Complesso idrogeologico argillo-limoso. Tale complesso è riscontrabile solo nella porzione SE. Esso nella parte più superficiale è caratterizzato da limi argillosi ed argille limose. A causa della granulometria in prevalenza fine dei materiali costituenti, le litologie in questione risultano dotate di permeabilità primaria bassa o molto bassa. Nella situazione idrogeologica locale, quindi, questo complesso rappresenta un basamento geologico impermeabile relativo degli acquiferi porosi alluvionali sopra citati. Nel complesso alluvionale la falda varia da pochi metri di profondità nella spiaggia a più di 15.0 metri dove la piana alluvionale raggiunge la quota di 20.0-25.0 metri ss.l.m..

4. DATI GEOTECNICI, GEOFISICI, MODELLO DI SOTTOSUOLO ED INTERPRETAZIONI.

In base ad indagini geognostiche e geofisiche reperite, correlate con il rilevamento geologico dell'area e di un suo ampio intorno e con le risultanze di rilevamenti geologici reperiti da pubblicazioni scientifiche per l'area, è stato possibile individuare per il territorio di studio un modello geologico-tecnico semplice che descrivesse spazialmente i litotipi presenti con le loro caratteristiche dinamiche (velocità delle onde di taglio Vs) ed i principali parametri geotecnici (peso unità di volume, angolo d'attrito, coesione). Per la comprensione dei rapporti geometrici tra le litologie presenti nel territorio sono state realizzate tre sezioni geologiche (A-B, C-D, E-F).

In particolare, partendo dal rilevamento geologico areale e con l'ausilio delle indagini è stato possibile raggruppare i terreni presenti in 10 litotipi fondamentali seguendo le indicazioni dello "Standard di Rappresentazione ed Archiviazione Informatica" Versione 4.0 per la Microzonazione Sismica predisposti dalla Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica (articolo 5, comma 7 dell'OPCM n. 3907 del 13/11/2010).

Inoltre, per una maggiore comprensione del contesto geologico dell'area, è stata riportata tra parentesi anche la definizione geologica del litotipo in riferimento al Progetto Carg ed alla Carta Geologica CasMez, per come descritto nel capitolo precedente.

Terreni di copertura

- GWsp – Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie sciolte di spiaggia (g_2 "ac" - Deposito di spiaggia, olocene-attuale);
- SPdc - Sabbie pulite con granulometria poco assortita sciolte di duna costiera (d "d1, d2" – Deposito di duna costiera olocene-attuale);
- GMtm – Ghiaie limose o miscela di sabbia ghiaia e limo di terrazzo marino moderatamente addensate (G_{n1-2} " P^{cl-s}_{2-3} , P^{ar-s}_{2-3} , q^{cl-s} " - Deposito marino terrazzato, pleistocene superiore);
- GMtf – Ghiaie limose o miscela di sabbia ghiaia e limo poco addensate di terrazzo fluviale (b_{n1-10} " P^{cl-s}_{2-3} , P^{ar-s}_{2-3} , q^{cl-s} " - Deposito alluvionale terrazzato, pleistocene medio-olocene);
- MLpd - Sabbie fini limose o argillose, o limi argillosi a bassa plasticità di piana pedemontana, coesivi poco consistenti (b_b "af" - Deposito eluvio alluvionale recente o di piana esondabile, olocene);
- MLec - Sabbie fini limose o argillose, o limi argillosi a bassa plasticità eluvio-colluviali, coesivi poco consistenti (Coltre colluviale CO e COS, olocene);

- GMpd - Ghiaie limose o miscela di sabbia ghiaia e limo poco addensate di piana pedemontana (b_b “af” - Deposito eluvio alluvionale recente o di piana esondabile, olocene);

Substrato geologico

- COS – Substrato coesivo sovraconsolidato stratificato consistente (TRB “ P^a₁₋₂ “– Formazione dei Trubi, Zancleano-Piacenziano);
- GRS – Substrato granulare stratificato cementato (F.ne di San Pier Niceto PCT, “M^{a-s}₂₋₃, M^s₂₋₃, M^{cl-s}₂₋₃”, F.ne di Monte Canolo NTO, “P^{cl-s}₁” Serravalliano Tortoniano - Messiniano sup);
- CO – Substrato coesivo sovraconsolidato consistente (Complesso delle Argille Variegate AV, “M^{ac}₁₋₂”, Cretacico sup.-Miocene inf.).

La rappresentazione cartografica è stata riportata nell’elaborato **Carta Geologico Tecnica**. Tale approccio ha prodotto la schematizzazione dell’intera area di studio in 16 colonne stratigrafiche tipo che descrivono le diverse situazioni di amplificazione sismica del territorio di studio. La rappresentazione cartografica è stata riportata nell’elaborato **Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica**.

5. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

Attraverso i rilievi eseguiti e le indagini fornite dall'Amministrazione Comunale e dal gruppo di lavoro, lo studio è riuscito a dettagliare la particolare disomogeneità delle condizioni geologiche e geomorfologiche delle aree oggetto dello Studio di Microzonazione Sismica di 1 livello e a fornire significative interpretazioni. In particolare, si evidenziano:

CONDIZIONI TOPOGRAFICHE DEL TERRITORIO;

Interpretazioni.

Il territorio presenta un'energia di rilievo diversa per i settori morfologici individuati. Il **contesto morfologico della piana alluvionale** presenta un'energia di rilievo da molto bassa a nulla. Il **contesto morfologico delle dorsali collinari** presenta un'energia di rilievo da medio-elevata ad elevata, con dislivelli variabili dai 30 ai 200 metri i fianchi delle dorsali collinari scendono negli impluvi principali o nelle zone di raccordo delle piane fluviali dei principali corsi d'acqua. Morfologicamente tali rilievi possono essere classificati come dorsali collinari caratterizzati da cresta larga e cresta stretta. I dislivelli maggiori si hanno dalla zona mediana ad alta del territorio.

Incertezze.

Le dorsali che presentano dislivelli superiori a 30-40 metri e con inclinazione media del versante superiore ai 15° e con area sommitale pianeggiante estesa con presenza di tessuto urbano significativo potrebbero risentire di amplificazione topografica del moto sismico. Tali aree necessiterebbero degli approfondimenti previsti per il III livello, perché possono presentare amplificazioni topografiche anomale. L'abitato di Camini si inserisce in tale contesto morfologico. Quindi è stata realizzata una sezione topografica e geologica per evidenziare le caratteristiche geologico geomorfologiche dell'abitato.

ZONE DI ATTENZIONE PER INSTABILITA'

Instabilità di versante ZA_{FR}.

Interpretazioni.

Nello studio si sono esaminati i processi responsabili del modellamento superficiale dei versanti, che individuano in particolare aree in cui si concentra un'elevata instabilità franosa, come le aree ad acclività elevata dei versanti delle dorsali collinari. Nella Carta Geologico Tecnica sono riportati tutti i perimetri delle aree di attenzione per instabilità di

versante distinte seconda la tipologia di movimento ed il grado di attività, tratte dal PAI/IFFI, PSC, PTCP e Geologica CasMez. Le tipologie riscontrate sono: Frane per scorrimento da traslazionale a roto traslazionale, frane con cinematismo complesso (traslazionale evolvente, nella parte bassa, in colata) e frane con cinematismo non definito. Lo stato di attività varia da attivo a quiescente. In alcuni casi il perimetro delle frane è stato modificato per adattarlo meglio alle condizioni morfologiche del sito. In ogni caso non è stata mai rimpicciolito.

Incertezze.

Le zone di attenzione per instabilità di versante, censite dal PAI/IFFI e PSC e PTCP, hanno informazioni sufficienti sullo stato di attività e tipologia, delle aree in frana. Va comunque rilevato che tali studi non hanno coperto l'intero territorio ma solo le aree urbanizzate ed il suo contorno più prossimo. Da ciò si evince che potrebbero esserci zone instabili non censite. Quindi in una eventuale evoluzione futura dello studio del territorio (terzo livello) andranno revisionate ed eventualmente integrate le aree in dissesto.

Faglie potenzialmente attive e capaci (FPAC).

Interpretazioni.

Nel territorio di studio, sono stati evidenziati due principali sistemi di faglie (da recenti a relativamente recenti) costituiti rispettivamente da: faglie presumibilmente a cinematismo da normale a normale con componente trascorrente sinistra con una direzione circa NW-SE e faglie a cinematismo normali con direzione SW-NE (Sistema Stilo-Bovalino). Gli altri sistemi risultano dislocare i terreni più antichi e quindi non più di interesse.

Incertezze.

Data la grande scala di cartografazione e rappresentazione dei dati delle faglie attive e capaci del database ITHACA e degli studi geologici (in particolare Carta geologica CasMez), sugli elaborati di microzonazione il loro andamento è stato reso adattato alle condizioni topografiche di maggior dettaglio della Carta Tecnica Regionale. Un ulteriore passaggio è stato riconoscere le faglie del catalogo Ithaca sulla carta geologica CasMez. Inoltre le Faglie che presentano lo stesso stile tettonico ed andamento sono state associate a tali faglie. Non essendoci studi di dettaglio e vistose evidenze geologiche di riattivazione in superficie di tale faglie negli ultimi 40.000 anni si è ragionevolmente ritenuto di classificarle come: *potenzialmente attiva e capace* per come indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da FAC. Per la risoluzione del

problema sull'attività precisa ubicazione planimetrica di tali faglie se ricadenti all'interno del tessuto urbano consolidato o di espansione si consigliano gli studi propri del terzo livello di approfondimento.

Liquefazione ZA_{LQ}

Interpretazioni.

Lo studio eseguito ha rilevato la presenza di zone potenzialmente suscettibili a fenomeni di liquefazione in quanto per tali aree sussistono le seguenti condizioni, ossia l'esistenza di terreni sabbiosi con falda a profondità inferiori ai 15 metri, accelerazioni massime in superficie (pga) superiori a 0.1g. Nello specifico dovrebbero rientrare tra le zone di attenzione per liquefazione tutte le aree del territorio comunale caratterizzate da depositi ghiaioso-sabbioso-limosi fluviali sciolti e/o poco addensati, che costituiscono materassi alluvionali di spessore variabile (3.00 – 10.00 metri) con profondità della falda inferiore ai dieci metri dal p.c., Nella Carta Geologico Tecnica tali depositi sono stati classificati come depositi di copertura con sigla GMpd, SPdc e GWsp.

Incertezze.

Dai dati sulle indagini emerge un addensamento medio elevato in profondità specialmente a profondità superiori ai dieci metri, la presenza di frazione ghiaiosa eterometrica nonché in taluni casi la presenza di frazione argillosa fanno ritenere che il potenziale di liquefazione di tali materiali non sia uniforme. Da ciò la scelta di ritenere effettivamente potenzialmente liquefacibili i terreni sciolti prettamente sabbiosi e con falda prossima al piano campagna (0.00-8.00 metri). Operando tale scelta risulta potenzialmente liquefacibile la fascia dunare e di spiaggia con piccole porzioni entro terra e il letto, costituito da sedimenti sciolti, dei principali corsi d'acqua posti a quote inferiori ai 20-25 metri s.l.m. in quanto a tali altezze la falda è posizionata a quota inferiore ai 10 metri. Anche in questo caso l'effettiva liquefazione dei terreni dovrà essere effettuato, se di interesse, con gli studi propri del terzo livello di approfondimento.

6. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Per eseguire lo studio di microzonazione sismica sono stati raccolti i dati, a varie scale di rappresentazione e di dettaglio, di studi geologici, geomorfologici esistenti. Tali Studi sono stati integrati e corretti con il rilievo di campagna atto proprio a definire, in scala adeguata, i limiti delle unità litologiche e dei corpi e/o aree in frana. Altro aspetto importante è stata la raccolta delle numerose indagini geognostiche e geofisiche presenti sul territorio, che è servita di supporto per definire in maniera più accurata sia la litologia che la disposizione plano-altimetrica delle unità litologiche. (es. definire in modo più accurato la presenza di coperture). L'elaborazione dei dati raccolti sia per le rappresentazioni grafiche (carte tematiche), sia per l'archiviazione (database) è stata effettuata in ambiente GIS seguendo quanto dettato dagli Standard di rappresentazione ed archiviazione informatica degli Studi di MS – vers. 4.0b, predisposti dalla Commissione Tecnica Nazionale, ed alle Linee Guida per la “Redazione di studi di microzonazione sismica del territorio” della Regione Calabria. Dalla elaborazione dei dati quindi si è pervenuti alla realizzazione degli elaborati cartografici di seguito descritti in dettaglio ed al database contenete tutte le informazioni.

7. ELABORATI CARTOGRAFICI

Per l'elaborazione cartografica dei dati raccolti, esaminati ed interpretati, si è preferito produrre uno studio completo del territorio, non limitandosi alle zone urbane ed urbanizzabili presenti nella pianificazione comunale. In tale modo si è reso più omogeneo lo studio, specialmente per l'interpretazione geologica del comprensorio di studio. Gli elaborati cartografici prodotti, sempre seguendo lo standard definito dalle linee guida sono i seguenti:

- Carta delle Indagini, in scala 1:5.000.
- Carta Geologico Tecnica, in scala 1:5.000.
- Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica, in scala 1:5.000.

7.1. Carta delle Indagini.

In tale elaborato sono state riportate tutte le indagini reperite per il territorio di studio e riorganizzate secondo i dettami delle linee guida in indagini puntuali e lineari con codice fisso 080017 variabile da P1... a P13 e da L1... a L4. Nello specifico le indagini reperite sono riportate in allegato. La totalità delle indagini non ha consentito, per il dettaglio richiesto dal presente studio, una adeguata caratterizzazione delle aree. La sintesi significativa degli elaborati delle indagini è allegata alla presente relazione illustrativa.

7.2. Carta Geologico Tecnica.

Seguendo le indicazioni dello *“Standard di Rappresentazione ed Archiviazione Informatica”* versione 4.0b per la Microzonazione Sismica predisposti dalla *Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica (articolo 5, comma 7 dell’OPCM n. 3907 del 13/11/2010)*, dal rilevamento geologico areale e con l’ausilio delle indagini è stato possibile rilevare, cartografare e raggruppare i terreni (geologici) presenti in 10 litologie fondamentali.

Terreni di copertura

- GWsp – Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie sciolte di spiaggia (g₂ “ac” - Deposito di spiaggia, olocene-attuale);

- SPdc - Sabbie pulite con granulometria poco assortita sciolte di duna costiera (d “d1, d2” – Deposito di duna costiera olocene-attuale);
- GMtm – Ghiaie limose o miscela di sabbia ghiaia e limo di terrazzo marino moderatamente addensate (G_{n1-2} “ P^{cl-s}_{2-3} , P^{ar-s}_{2-3} , q^{cl-s} “ - Deposito marino terrazzato, pleistocene superiore);
- GMtf – Ghiaie limose o miscela di sabbia ghiaia e limo poco addensate di terrazzo fluviale (b_{n1-10} “ P^{cl-s}_{2-3} , P^{ar-s}_{2-3} , q^{cl-s} “ - Deposito alluvionale terrazzato, pleistocene medio-olocene);
- MLpd - Sabbie fini limose o argillose, o limi argillosi a bassa plasticità di piana pedemontana, coesivi poco consistenti (b_b “af” - Deposito eluvio alluvionale recente o di piana esondabile, olocene);
- MLeC - Sabbie fini limose o argillose, o limi argillosi a bassa plasticità eluvio-colluviali, coesivi poco consistenti (Coltre colluviale CO e COS, olocene);
- GMpd - Ghiaie limose o miscela di sabbia ghiaia e limo poco addensate di piana pedemontana (b_b “af” - Deposito eluvio alluvionale recente o di piana esondabile, olocene);

Substrato geologico

- COS – Substrato coesivo sovraconsolidato stratificato consistente (TRB “ P^a_{1-2} “ – Formazione dei Trubi, Zancleano-Piacenziano);
- GRS – Substrato granulare stratificato cementato (F.ne di San Pier Niceto PCT, “ M^{a-s}_{2-3} , M^s_{2-3} , M^{cl-s}_{2-3} ”, F.ne di Monte Canolo NTO, “ P^{cl-s}_1 ” Serravalliano Tortoniano - Messiniano sup);
- CO – Substrato coesivo sovraconsolidato consistente (Complesso delle Argille Variegate AV, “ M^{ac}_{1-2} ”, Cretacico sup.-Miocene inf.).

Per tali litologie, ove possibile è stata rilevata la giacitura degli strati. Inoltre sono stati identificati e raggruppati negli *Elementi Tettonico-Strutturali* gli elementi geologico-strutturali (faglie, sovrascorrimenti, ecc), distinguendo le forme: attive (faglie attive o capaci); potenzialmente attive (faglie attive o capaci ma di cui non si ha la certezza di riattivazioni negli ultimi 40.000 anni); inattive (relitte dei movimenti passati).

- Faglia diretta potenzialmente attiva (certa);
- Faglia diretta potenzialmente attiva (incerta);
- Faglia diretta non attiva (certa);
- Faglia con cinematismo non definito non attiva (certa);

- Faglia con cinematismo non definito non attiva (incerta);
- Giacitura degli strati.

Dal raggruppamento nei litotipi fondamentali sono state escluse le aree in dissesto. Tali aree, infatti, sono state cartografate nelle *Instabilità di Versante* in base al tipo di movimento ed allo stato di attività. Le tipologie riscontrate sono le seguenti:

- Zona di attenzione per Instabilità di Versante scorrimento / attiva;
- Zona di attenzione per Instabilità di versante complessa / attiva;
- Zona di attenzione per Instabilità di Versante non definita / attiva;
- Zona di attenzione per Instabilità di Versante scorrimento / quiescente;
- Zona di attenzione per Instabilità di Versante non definita / quiescente;

Ulteriori informazioni ai fini della microzonazione sismica sono state raggruppate nelle *Forme di Superficie e Sepolte* dove sono stati riportati e cartografati i seguenti elementi:

- Orlo di terrazzo fluviale (10-20 m)
- Orlo di scarpata morfologica naturale o artificiale (>20 m)
- Orlo di scarpata morfologica naturale o artificiale (10-20 m)

Ulteriori elementi rappresentati sono:

- Traccia della sezione geologica rappresentativa del modello del sottosuolo (eseguite in numero di 3 e rappresentative della disposizione geometrica e degli elementi strutturali di tutti i litotipi costituenti il territorio di studio. Tali sezioni sono riportate sulla carta).
- Profondità (m) della falda in aree con sabbie e/o ghiaie.

7.3. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica.

Sempre seguendo le indicazioni dello “*Standard di Rappresentazione ed Archiviazione Informatica*” versione 4.0b per la Microzonazione Sismica predisposti dalla *Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica (articolo 5, comma 7 dell’OPCM n. 3907 del 13/11/2010)*. Dalla disposizione spaziale delle litologie presenti è stato possibile

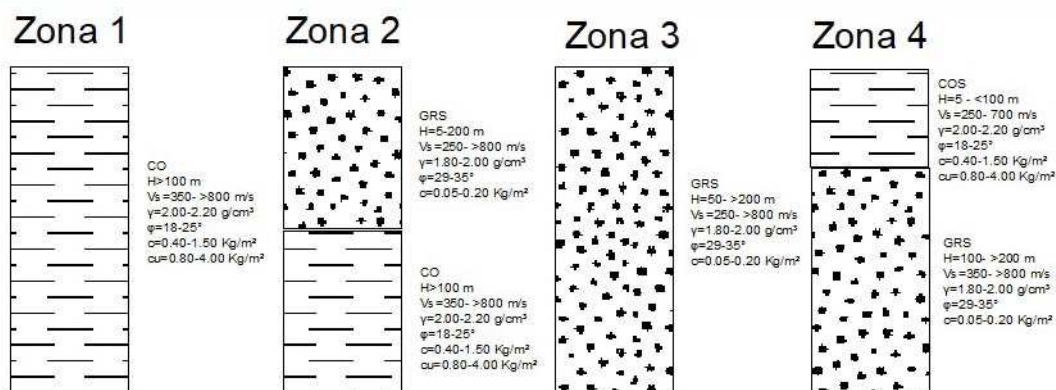
schematizzare l'area di studio in 16 colonne stratigrafiche tipo che descrivono le diverse situazioni di amplificazione sismica del territorio. In particolare, il territorio è stato suddiviso in tre tipi fondamentali di aree: **Zone stabili**, **Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**, **Zone di attenzione per instabilità**. Nelle colonne stratigrafiche seguenti gli spessori (H) vanno intesi come spessori massimi e minimi che il litotipo può raggiungere nell'area perimetrata. Anche i valori di V_s sono da intendersi come valori massimi e minimi che il litotipo può avere, tenendo conto che i valori più bassi sono da associare alla parte più superficiale (affiorante).

Zone stabili:

Non vi sono aree affioranti associate a tale zona.

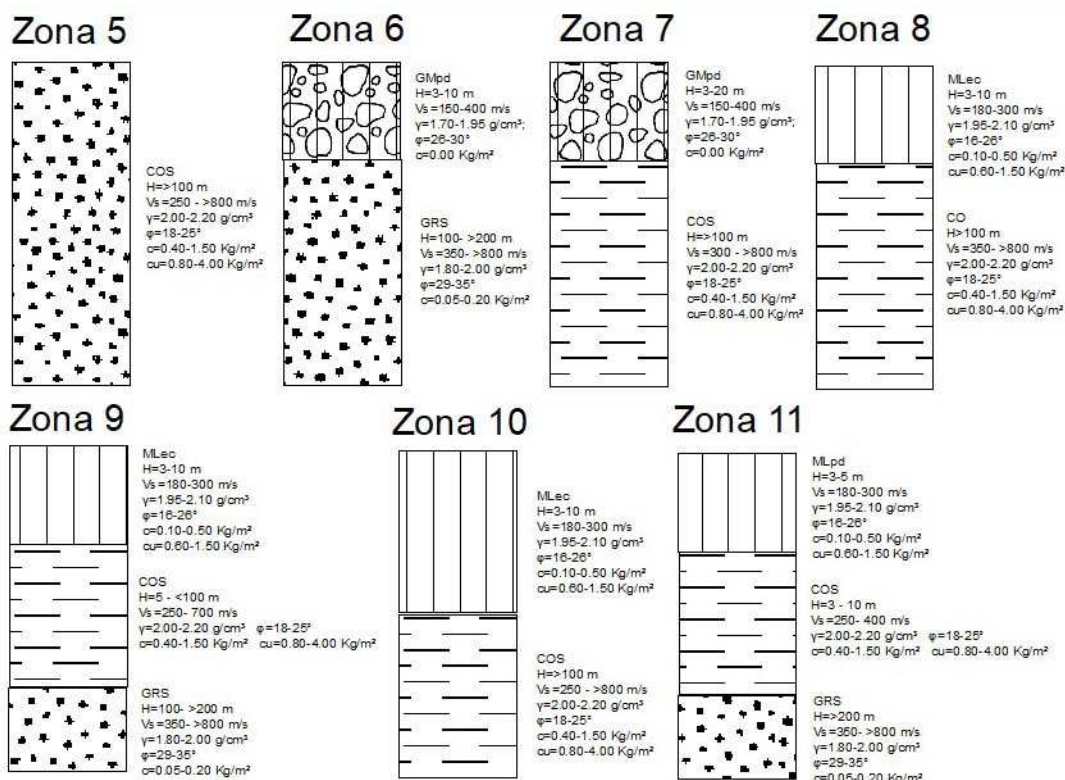
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali:

- **Zona 1** – Sequenza costituita dal Substrato coesivo sovraconsolidato consistente (CO).
- **Zona 2** - Sequenza costituita dal Substrato coesivo sovraconsolidato consistente (CO) con al tetto il Substrato geologico granulare stratificato cementato (GRS).
- **Zona 3** - Sequenza costituita dal Substrato geologico granulare stratificato cementato (GRS).
- **Zona 4** - Sequenza costituita dal Substrato geologico granulare stratificato cementato (GRS) con al tetto il Substrato coesivo sovraconsolidato stratificato consistente (COS).



- **Zona 5** - Sequenza costituita dal Substrato coesivo sovraconsolidato stratificato consistente (COS).
- **Zona 6** - Sequenza costituita dal Substrato geologico granulare cementato stratificato (GRS) con al tetto una copertura di Ghiaie limose o miscela di sabbia ghiaia e limo poco addensate di piana pedemontana (GMpd).

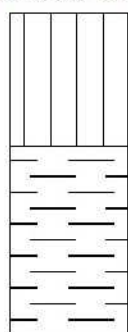
- **Zona 7** - Sequenza costituita dal Substrato coesivo sovraconsolidato stratificato consistente (COS) con al tetto una copertura di Ghiaie limose o miscela di sabbia ghiaia e limo poco addensate di piana pedemontana (GMpd).
- **Zona 8** - Sequenza costituita dal Substrato coesivo sovraconsolidato consistente (CO) con al tetto una copertura di Sabbie fini limose o argillose, o limi argillosi a bassa plasticità eluvio-colluviali, coesivi poco consistenti (MLec).
- **Zona 9** – Sequenza costituita dal Substrato geologico granulare cementato stratificato (GRS), dal Substrato coesivo sovraconsolidato stratificato consistente (COS) con al tetto una copertura di Sabbie fini limose o argillose, o limi argillosi a bassa plasticità eluvio-colluviali, coesivi poco consistenti (MLec).
- **Zona 10** – Sequenza costituita dal Substrato coesivo sovraconsolidato stratificato consistente (COS) con al tetto una copertura di Sabbie fini limose o argillose, o limi argillosi a bassa plasticità eluvio-colluviali, coesivi poco consistenti (MLec).
- **Zona 11** – Sequenza costituita dal Substrato geologico granulare cementato stratificato (GRS), dal Substrato coesivo sovraconsolidato stratificato consistente (COS) con al tetto una copertura di Sabbie fini limose o argillose, o limi argillosi a bassa plasticità di piana pedemontana, coesivi poco consistenti (MLpd).



- **Zona 12** – Sequenza costituita dal Substrato coesivo sovraconsolidato stratificato consistente (COS) con al tetto una copertura di Sabbie fini limose o argillose, o limi argillosi a bassa plasticità di piana pedemontana, coesivi poco consistenti (MLpd).

- **Zona 13** - Sequenza costituita dal Substrato coesivo sovraconsolidato stratificato consistente (COS) con al tetto una copertura di Ghiaie limose o miscela di sabbia ghiaia e limo poco addensate di terrazzo fluviale (GMtf).
- **Zona 14** - Sequenza costituita dal Substrato coesivo sovraconsolidato stratificato consistente (COS) con al tetto una copertura di Ghiaie limose o miscela di sabbia ghiaia e limo di terrazzo marino moderatamente addensate (GMtm).
- **Zona 15** - Sequenza costituita dal Substrato coesivo sovraconsolidato stratificato consistente (COS) seguito da una copertura di Ghiaie limose o miscela di sabbia ghiaia e limo poco addensate di piana pedemontana (GMpd) con al tetto Sabbie pulite con granulometria poco assortita sciolte di duna costiera (SPcd).
- **Zona 16** - Sequenza costituita dal Substrato coesivo sovraconsolidato stratificato consistente (COS) seguito da una copertura di Ghiaie limose o miscela di sabbia ghiaia e limo poco addensate di piana pedemontana (GMpd) con al tetto Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie sciolte di spiaggia (GWsp).

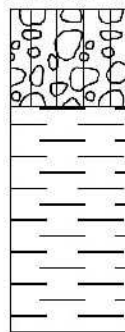
Zona 12



MLpd
H=3-15 m
Vs=180-350 m/s
 $\gamma=1.95-2.10 \text{ g/cm}^3$
 $\phi=16-26^\circ$
 $c=0.10-0.50 \text{ Kg/m}^2$
 $cu=0.80-1.50 \text{ Kg/m}^2$

COS
H=>100 m
Vs=250 - >800 m/s
 $\gamma=2.00-2.20 \text{ g/cm}^3$ $\phi=18-25^\circ$
 $c=0.40-1.50 \text{ Kg/m}^2$ $cu=0.80-4.00 \text{ Kg/m}^2$

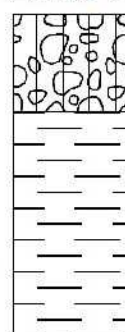
Zona 13



GMtf
H=3 - 20 m
Vs=150-450 m/s
 $\gamma=1.70-1.95 \text{ g/cm}^3$
 $\phi=26-30^\circ$
 $c=0.00 \text{ Kg/m}^2$

COS
H=>200 m
Vs=250 - >800 m/s
 $\gamma=2.00-2.20 \text{ g/cm}^3$
 $\phi=18-25^\circ$
 $c=0.40-1.50 \text{ Kg/m}^2$
 $cu=0.80-4.00 \text{ Kg/m}^2$

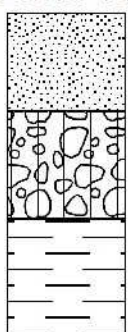
Zona 14



GMtm
H=3 - 35 m
Vs=180-450 m/s
 $\gamma=1.70-1.95 \text{ g/cm}^3$
 $\phi=26-30^\circ$
 $c=0.00 \text{ Kg/m}^2$

COS
H=>200 m
Vs=250 - >800 m/s
 $\gamma=2.00-2.20 \text{ g/cm}^3$
 $\phi=18-25^\circ$
 $c=0.40-1.50 \text{ Kg/m}^2$
 $cu=0.80-4.00 \text{ Kg/m}^2$

Zona 15

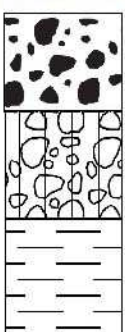


SPcd
H=3- 5 m
Vs=150-200 m/s
 $\gamma=1.70-1.75 \text{ g/cm}^3$
 $\phi=25-28^\circ$
 $c=0.00 \text{ Kg/m}^2$

GMpd
H=5-20 m
Vs=200-400 m/s
 $\gamma=1.70-1.95 \text{ g/cm}^3$
 $\phi=26-30^\circ$; $c=0.00 \text{ Kg/m}^2$

COS
H=>200 m
Vs=250 - >800 m/s
 $\gamma=2.00-2.20 \text{ g/cm}^3$ $\phi=18-25^\circ$
 $c=0.40-1.50 \text{ Kg/m}^2$ $cu=0.80-4.00 \text{ Kg/m}^2$

Zona 16



GWsp
H=3-10 m
Vs=150-350 m/s
 $\gamma=1.50-1.80 \text{ g/cm}^3$
 $\phi=25-30^\circ$
 $c=0.00 \text{ Kg/m}^2$

GMpd
H=5-20 m
Vs=200-400 m/s
 $\gamma=1.70-1.95 \text{ g/cm}^3$
 $\phi=26-30^\circ$; $c=0.00 \text{ Kg/m}^2$

COS
H=>200 m
Vs=250 - >800 m/s
 $\gamma=2.00-2.20 \text{ g/cm}^3$ $\phi=18-25^\circ$
 $c=0.40-1.50 \text{ Kg/m}^2$ $cu=0.80-4.00 \text{ Kg/m}^2$

Zone di attenzione per instabilità:

- **ZA_{FR}** - Zona di Attenzione per instabilità di versante. In tali aree sono state raggruppate tutte le aree instabili con stato di attività ritenuto attivo, quiescente o non definito, perimetrare nella carta geologico tecnica con i seguenti codici: 3012

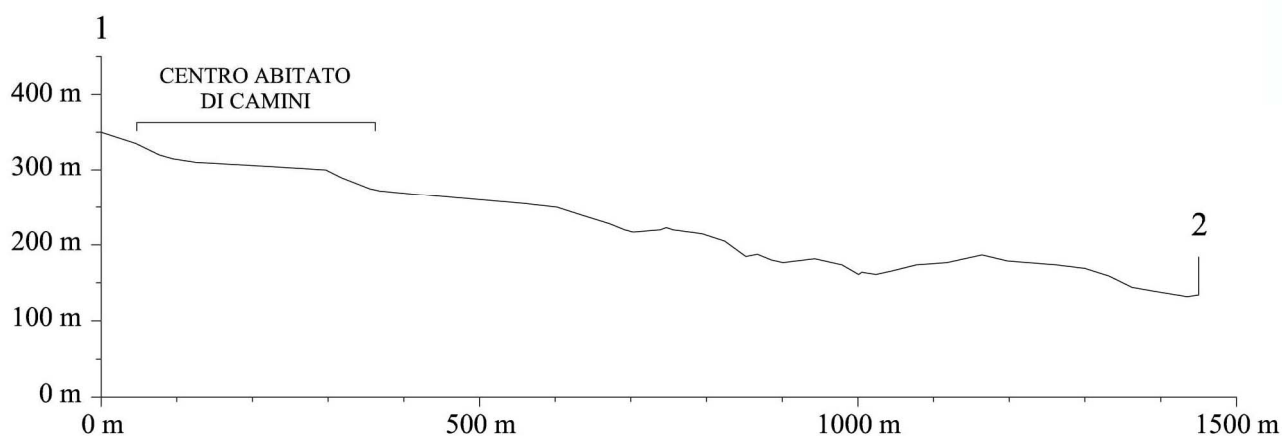
Scorrimento attiva, 3014 Complessa attiva, 3015 Non definita attiva, 3022 Scorrimento quiescente, 3025 Non definita quiescente,

- **ZA_{LQ}** - *Zona di attenzione per Liquefazione*. In tali aree sono state raggruppate tutte le aree instabili a causa di liquefazione dei terreni.
- **ZA_{CD}** - *Zona di attenzione per cedimenti differenziali*. In tali aree sono state raggruppate tutte le aree instabili situate a cavallo di zone di contatto tra litotipi a comportamento geotecnico diverso (coesivo/granulare) e che possono dare cedimenti differenziali dei terreni.

Ulteriori informazioni ai fini della microzonazione sismica sono state raggruppate nelle *Forme di Superficie e Sepolte* dove sono stati riportati e cartografati i seguenti elementi:

- Orlo di scarpata morfologica naturale o artificiale (>20 m)
- Orlo di scarpata morfologica naturale o artificiale (10-20 m)
- Orlo di terrazzo fluviale (10-20 m)
- Tracce per gli approfondimenti delle amplificazioni topografiche.

Sezione topografica



8. CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

Per ottenere informazioni sulla distribuzione dei danni avvenuti nel territorio comunale durante gli eventi sismici passati si è fatta una ricerca storica che ha permesso di recuperare le seguenti notizie:

Data (aaaa/mm/gg)	Epicentro	Magnitudo	Descrizione
1783 03 28	Calabria	7	Il terremoto fece crollare 11 case e rese inabitabili molte delle rimanenti; crollarono 3 chiese. Non ci furono vittime.
1947 05 11	Calabria centrale	5.7	Crollo di parte delle abitazioni e lesioni.
1783 02 07	Calabria	6.6	Crollo di parte delle abitazioni e lesioni.
1907 10 23	Calabria meridionale	6	Il paese fu inserito nell'elenco dei comuni beneficiari dei provvedimenti legislativi sul terremoto.
1908 12 28	Calabria meridionale-Messina	7	Furono rilevati danni notevoli: (1,2%) crollarono totalmente, (4%) furono danneggiate gravemente e rese inabitabili, (13,6%) subirono danni più leggeri e (81,2%) risultarono illese. Fu danneggiata la chiesa parrocchiale di S.Maria Assunta.
1783 02 05	Calabria	7	Le comunicazioni ufficiali che intercorsero tra l'autorità prefettizia di Reggio Calabria ed il Ministero dell'Interno attestarono il verificarsi di danni agli edifici.
1905 09 08	Calabria	6.7	Crollo di parte delle abitazioni e lesioni.
1659 11 05	Calabria centrale	6.6	Il terremoto produsse qualche danno.

9. BIBLIOGRAFIA

AMODIO – MORELLI L., BONARDI G., COLONNA V., DIETRICH D., GIUNTA G., IPPOLITO F., LIGUORI V., LORENZONI S., PAGLIONICO A., PERRONE V., PICCARRETA G., RUSSO M., SCANDONE P., ZANETTIN – LORENZONI & ZUPPETTA A. (1976) – L'Arco Calabro – Peloritano nell'orogene Appenninico – Maghrebide. Mem. Soc. Geol. It., 17, pp. 1 – 60.

AA. VV. - Carta Geologica P.R.G. del Comune di Camini.

Boschi E., Ferrari G., Gasperini P., Guidoboni E., Smriglio G. e Valensise G., 1995, Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a. C. al 1980, n. 1 CD-ROM. ING and SGA, Roma, 973 pp.

Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Valensise G. e Gasperini P., 1997, Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a. C. al 1990, vol. 2 n. 1 CD-ROM. ING and SGA, Roma, 644 pp.

Burton A.N., 1971, Carta Geologica della Calabria alla scala di 1:25.000. Relazione generale Cassa per il Mezzogiorno, Servizio Bonifiche, Roma, 120.

Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica (2015) - "Standard di Rappresentazione ed Archiviazione Informatica" Versione 4.0 per la Microzonazione Sismica (articolo 5, comma 7 dell'OPCM n. 3907 del 13/11/2010).

Commissione tecnica per la microzonazione sismica, Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC), Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Dipartimento della protezione civile, Roma, 2015.

Critelli S. and Le Pera E., 1995, «Tectonic evolution of the Southern Apennines thrust-belt (Italy) as reflected in modal compositions of Cenozoic sandstone», in *The Journal of Geology*, 103, pp. 95-105.

Critelli S., Muto F., Tripodi V. and Perri F., 2011, «Relationships between lithospheric flexure, thrust tectonics and stratigraphic sequences in foreland setting: the southern Apennines foreland basin system, Italy», in Schattner, U. (Ed.) *New Frontiers in Tectonic Research—at the Midst of Plate Convergence* Schattner, Tech Open Access Publisher, pp. 121-170.

Critelli S., Muto F., Tripodi V. and Perri F., 2013, «Link between thrust tectonics and sedimentation processes of stratigraphic sequences from the southern Apennines foreland basin system, Italy», in *Rend. Online Soc. Geol. Ital.*, 25, pp. 21–42.

E. Guidoboni, G. Ferrari, D. Mariotti, A. Comastri, G. Tarabusi, G. Sgattoni, G. Valensise (2018) - CFTI5Med, Catalogo dei Forti Terremoti in Italia (461 a.C.-1997) e nell'area Mediterranea (760 a.C.-1500). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <http://storing.ingv.it/cfti/cfti5/Italy>, in *Tectonophysics*, 476, pp. 226–251.

Ghisetti F. and Vezzani L., (1981), «Contribution of structural analysis to understanding the geodynamic evolution of the Calabrian Arc (southern Italy)», in *J. Struct. Geol.*, 3, pp. 371–381.

Ghisetti F. (1979) - Evoluzione neotettonica dei principali sistemi di faglie della Calabria centrale. *Boll. Soc. Geol. It.*, 98, 387-430.

GUERRA I. & SAVAGLIO A. (2006) – 8 settembre 1905 terremoto in Calabria.

ICMS (2008). Gruppo di lavoro MS. Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome – Dipartimento della protezione civile. http://www.protezionecivile.it/jcms/it/view_pub.wp?contentId=PUB1137

INGV – Mappe Iterativa di Pericolosità Sismica - <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>.

INGV - <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04>

ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – Portale del Servizio Geologico d'Italia - Progetto CARG banca dati geologica alla scala 1:50.000. Disponibile online all'indirizzo: <http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/calabria.html>.
<http://sgi.isprambiente.it/GMV2/index.html>.

ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – Portale del Servizio Geologico d'Italia - Progetto ITHACA - Faglie Capaci. Disponibile online all'indirizzo: <http://sgi.isprambiente.it/GMV2/index.html>.

Martini G., Castenetto S., Naso G, La carta geologico tecnica per gli studi di MS - Ingegneria sismica Anno XXVIII – n.2 – 2011 (Supplemento alla rivista trimestrale).

MORETTI A. (2000) – Il database delle faglie capaci della Calabria: stato attuale delle conoscenze. CNR – Gruppo Nazionale Difesa dai Terremoti, Roma.

Moretti A., Corea I. e Guerra I., 1990, «Sismicità attuale e sistemi di fratture superficiali in Calabria», in Atti del Convegno GNDT, 1, pp. 89-101.

Muto F., Spina V., Tripodi V., Critelli S. and Roda C., 2014, «Neogene tectonostratigraphic evolution of allochthonous terranes in the eastern Calabrian foreland (southern Italy)», in Ital. J. Geosci., 133, pp. 455–473.

Nastassia Kazlova (2011/2012) - Tesi di Laurea UniCal “*I Terrazzi Marini Quaternari nell'area della Locride (Costa Ionica RC): Implicazioni Neotettoniche*” inedita, relatori: Prof. S. Critelli, Dott. V. Tripodi, Dott. A. Pisciueneri)

OGNIBEN L. (1973) – Schema geologico della Calabria in base ai dati odierni. Geol. Romana, 12, pp. 243 – 585.

ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI DEL 20 MARZO 2003, N. 3274 – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica. G.U. n. 105 dell'08/05/2003 – Suppl. Ordinario n. 72.

ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI DEL 28 APRILE 2006, N. 3519 – Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone. G.U. n. 108 dell'11/05/2006.

PELLEGRINI G. B., CARTON A., CASTALDINI D., CAVALLIN A., D'ALESSANDRO L., DRAMIS F., GENTILI B., LAURETI L., PRESTINIZI A. RODOLFI G., SAURO U., SORRISO VALVO M. & SPAGNA V. (1993) – Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo. Nota dal “Gruppo Nazionale Geografia Fisica e Geomorfologia”.

Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), Autorità di Bacino, Regione Calabria, 2001.

Postpischl D., 1985, Catalogo dei forti terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980, CNR, Progetto Finalizzato Geodinamica, Graficop, Bologna, 239 pp.

REGIONE CALABRIA – ARPACAL (2002) – Carta Idrografica della Calabria in scala 1:50000. C.F.S. – “M.ID.MAR.”.

Sorriso-Valvo M. e Tansi C., 1996, «Grandi frane e deformazioni gravitative profonde di versante della Calabria. – Note illustrative per la carta al 250.000», in Geogr. Fis. Din. Quat., 19.

SoftMS, versione 4.0, software per la compilazione delle tabelle per la Carta delle Indagini

Tortorici L., 1982, «Lineamenti geologico-strutturali dell'Arco Calabro Peloritano», in Società Italiana di Mineralogia e Petrografia, 38, pp. 927–940.