

PSC



**COMUNE DI GASPERINA
(Provincia di Catanzaro)**



**PIANO STRUTTURALE COMUNALE
(Legge Urbanistica Regionale n.19 del 16 Aprile 2002 e s.m.i.)**

QUADRO CONOSCITIVO

Tav. Geo 04.1

SISMICITA' DEL TERRITORIO COMUNALE DI GASPERINA

NOTA ILLUSTRATIVA ALLA CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA LOCALE

Gruppo di Progetto

Prof. Arch. Francesco di Paola (Capogruppo), Arch. Antonluca Di Paola (Componente)

Dott. Ing. Annamaria Ranieri (Collaboratore)

Studio Geomorfologica

Geol. Fabio Procopio, Geol. Angelo Alberto Stamile (Collaboratore)

Studio Agronomico

Dott. For. Giovanni Leuzzi

Il Sindaco: Gregorio Gallelo

Il R.U.P.: Ing. Salvatore Lupica

Data: Luglio 2014

4. SISMICITÀ DEL TERRITORIO COMUNALE DI GASPERINA	2
4.1. Sismicità dell'area.	2
4.2. Suscettibilità alla liquefazione sismica dei terreni.	24

4. Sismicità del territorio comunale di Gasperina

4.1. Sismicità dell'area.

La Calabria ha il triste primato di essere considerata una tra le zone a più intensa attività sismica d'Italia. I movimenti ed il campo di sforzi attivo sono espressi dall'elevata attività sismica della regione, che come è noto ha raggiunto in epoca storica livelli energetici anche molto elevati. Per quanto negli ultimi anni non si siano ripetuti eventi di elevata energia, le informazioni sulla sismicità sono nettamente migliorate, grazie all'entrata in attività, nell'ultimo ventennio, delle stazioni della Rete Sismica dell'Università degli Studi della Calabria.

Le cronache calabresi sono ricche di notizie relative a catastrofici eventi sismici che in passato hanno a più riprese sconvolto l'assetto non solo fisico, ma anche sociale della regione. E' sufficiente ricordare che i terremoti più violenti che hanno segnato la vita di questa regione, provocando spesso anche vittime, hanno avuto un'intensità ed una distribuzione tale che praticamente nessuno dei Comuni della Calabria può dirsi esente dall'aver subito almeno una volta un terremoto di forte intensità.

L'alta sismicità della Calabria in pratica è una delle manifestazioni dei rapidi processi di evoluzione geologica in atto nella regione legati all'evoluzione geodinamica dell'Arco Calabro all'interno del Mediterraneo. Poiché i processi geologici, com'è noto, durano milioni di anni, è evidente che terremoti distruttivi (come quelli del 1638, 1783, 1888, 1905, 1908 che hanno gravemente colpito tutti i comuni della regione) continueranno a scuotere la Calabria ancora per molto tempo. Così com'è altrettanto evidente che più ci si allontana dall'ultimo forte evento sismico, più aumentano le probabilità del suo ripetersi.

Un'analisi dell'elevata sismicità in Calabria legata allo sviluppo delle deformazione tettoniche dell'area, sviluppata sui dati bibliografici noti nei vari cataloghi nazionali, considerando gli eventi più intensi a partire dall'anno 1000 d.C ad oggi, è stata rappresentata nelle *figure 4.1*, dove si evidenziano il forte rilascio di energia sismica con le intense deformazioni crostali. Inoltre la distribuzione degli epicentri dei sismi confinata ad una profondità inferiore dei 30 Km conferma sostanzialmente l'attività di molti elementi tettonici individuati in superficie, quali la Valle del Crati, la Stretta di Catanzaro, la linea Palinuro Cetraro Rossano ecc. *figure 4.2, 4.3*

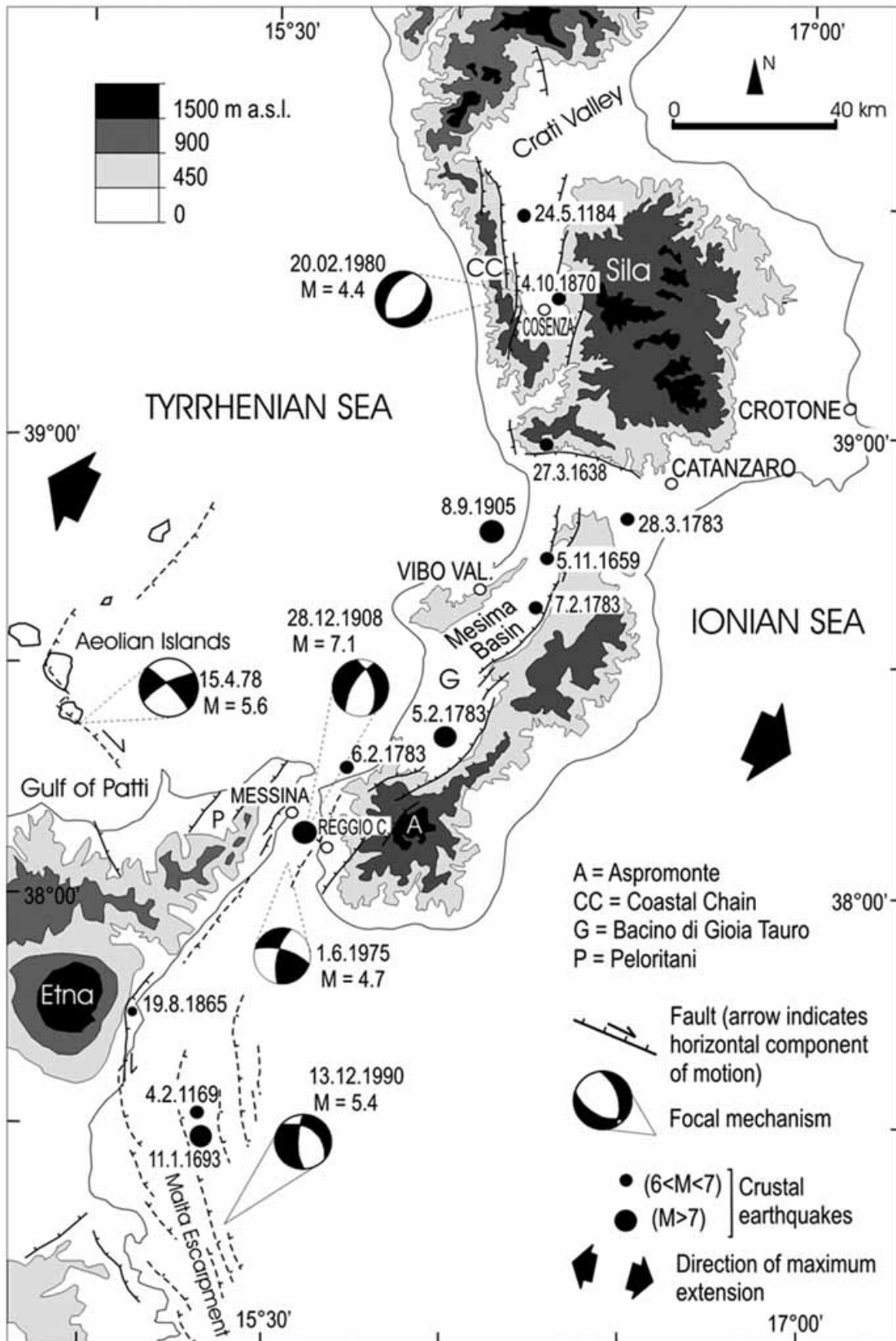


Fig. 4.1 – Schema sismotettonico dell'Arco Calabro (Monaco & Tortorici 2000 mod.), sono riportati i terremoti crostali (< 30 Km) dal 1000 d.C. (Boschi et alii 1995).

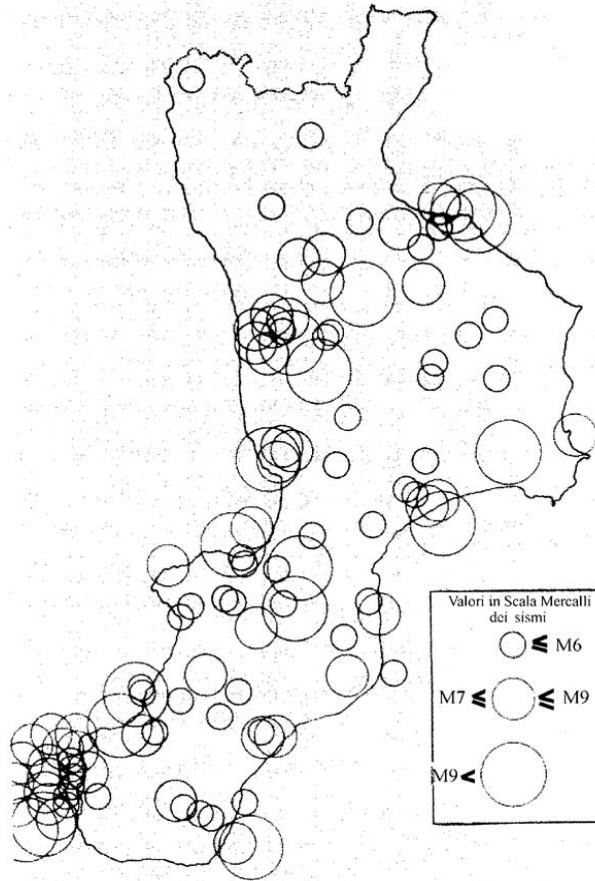


Fig. 4.2 – Carta degli epicentri con suddivisione dei fenomeni in tre gruppi per diversa intensità espressa nella scala MCS.

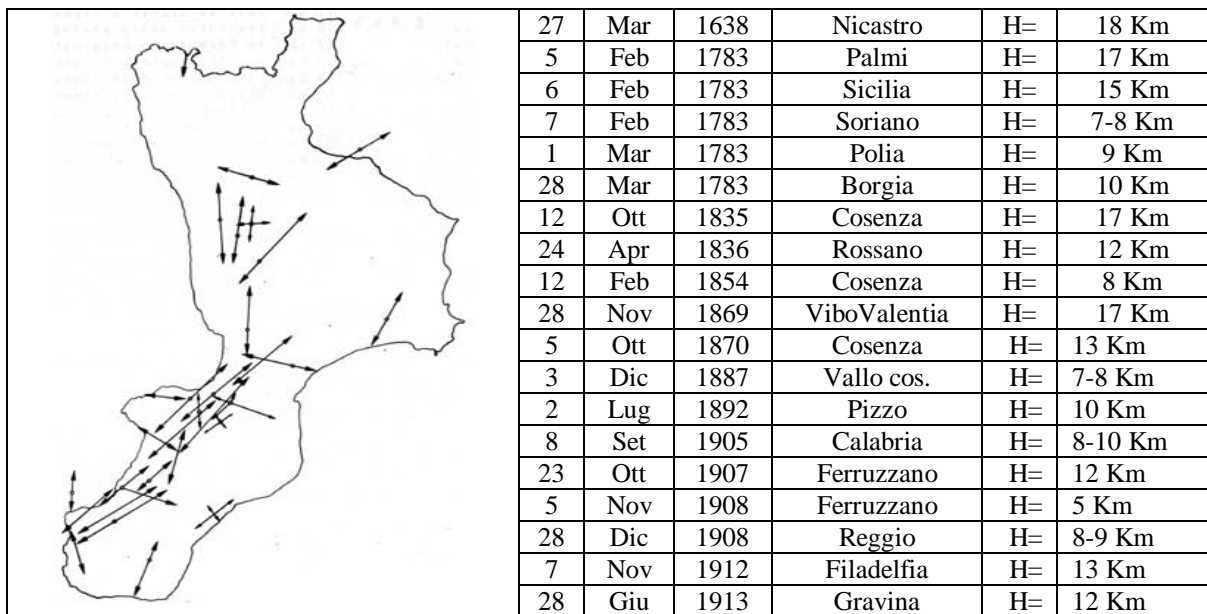


Fig. 4.3 – Carta degli assi delle isosiste relative ai 20 terremoti per i quali tali elementi erano noti o è stato possibile ricavarli e relativa tabella delle profondità ipocentrali.

Dall'analisi della tabella si ricava che la quasi totalità dei Sismi in Calabria sono di tipo superficiale e localizzati in un intervallo sismogenetico compreso tra gli 8 e i 18 Km, uniformemente attivo su tutto il territorio regionale. I tempi di ritorno per i sismi crostali con $IMCS \geq 9$ risultano essere di circa 90 anni per il territorio calabrese a nord della Stretta di Catanzaro, di circa 80 anni per il territorio calabrese compreso tra la Stretta di Catanzaro e la Piana di Gioia Tauro e di circa 110 anni per la Calabria meridionale. I sismi con $I_{MCS} \leq 9$ presentano tempi di ritorno molto differenti variando per la Calabria settentrionale tra 10-15 anni, per la Calabria centrale tra 4-25 anni e per la Calabria meridionale tra 8-37 anni.

Negli ultimi anni e fino al 2002, il punto di riferimento per la valutazione della pericolosità sismica nell'area italiana è stata la zonazione sismogenetica ZS4 (Scandone et alii 1996) figura 4.4.

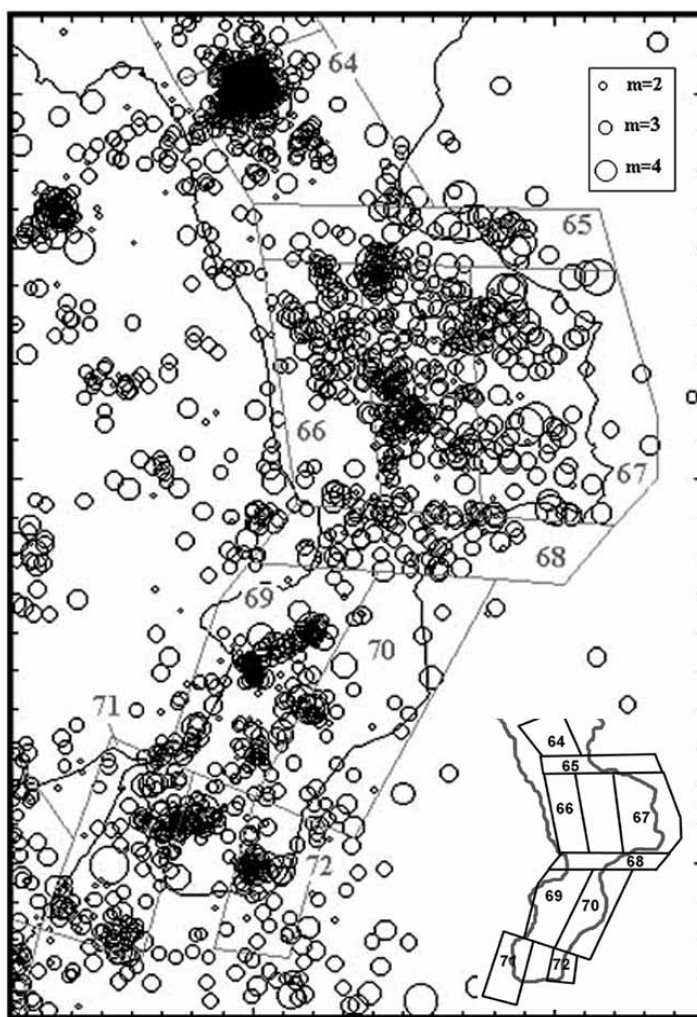


Fig. 4.4 – Carta Zone sismogenetiche ZS4 e sismicità registrata dalla Rete Regionale dell'Università della Calabria (1986-1999) con profondità ipocentrali <40Km (Guerra).

Gli sviluppi più recenti in materia di sismogenesi (*Galadini et alii 2000*, DISS Catalogo sorgenti sismogenetiche *Valensise e Pantosti 2001*) hanno però evidenziato alcune incoerenze con il catalogo CTPI. Per tale motivo, al fine di ottenere un modello più coerente con i nuovi dati e con il quadro sismotettonico oggi disponibile, è stata sviluppata una nuova zonazione denominata ZS9. Relativamente alla Calabria essa è raffigurata in *Fig. 4.5*.

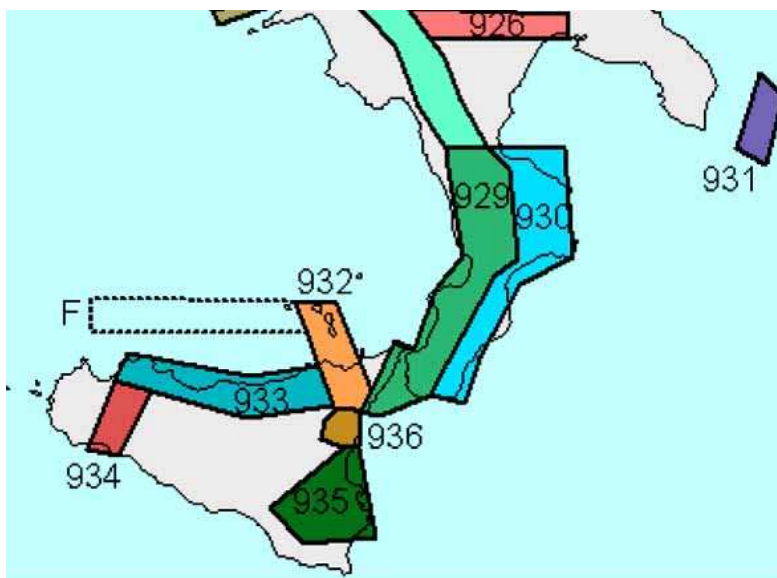


Fig. 4.5 – Zonazione Sismogenetica ZS9.

La 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). La ZS9 non introduce drastici elementi di novità rispetto alle precedenti zonazioni, in modo particolare rispetto a ZS4 che rappresenta una sorta di caposaldo nell'evoluzione del processo di zonazione. 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. Un confronto tra ZS9 e le sorgenti DISS è riportato in Fig. 4.6.

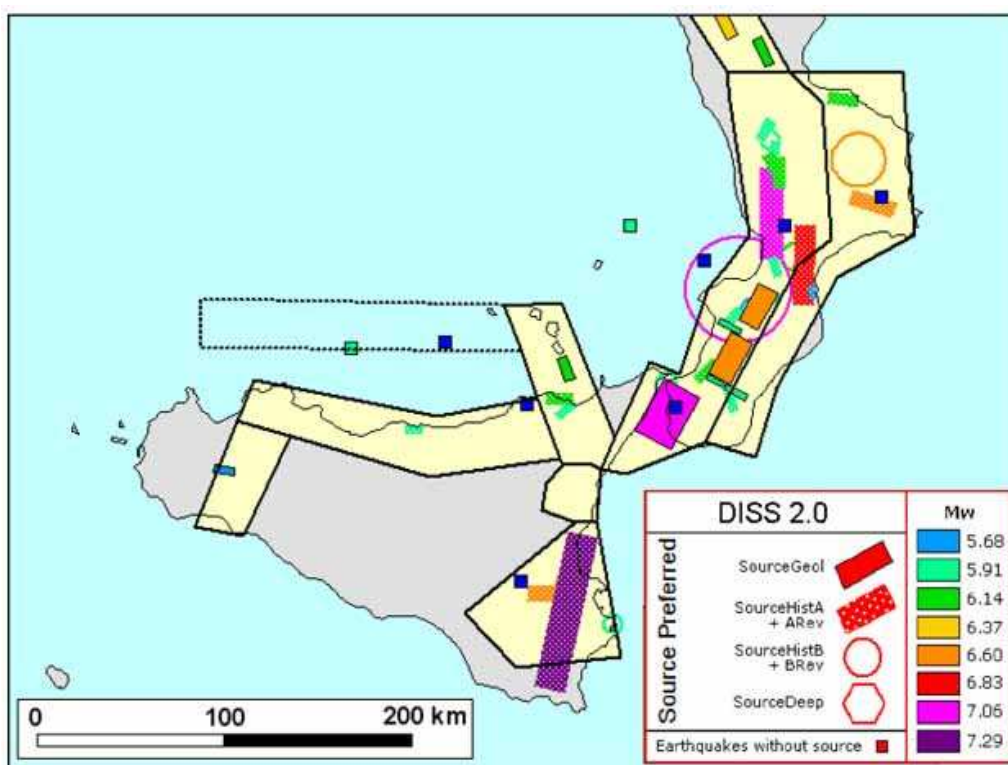


Fig. 4.6 – Zonazione sismogenetica ZS9 a confronto con la distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute nel database DISS 2.0. Ogni sorgente è rappresentata utilizzando una scala cromatica che esprime la magnitudo Mw del terremoto atteso per la sorgente stessa. I simboli quadrati indicano terremoti presenti nel catalogo di riferimento (CPTI2) ma non associati ad una specifica sorgente di DISS 2.0. La loro magnitudo viene rappresentata mediante la stessa scala cromatica usata per le sorgenti.

Un altro elemento di novità rispetto al passato è rappresentato dall'utilizzo del database delle soluzioni dei meccanismi focali dei terremoti italiani (EMMA; *Vannucci e Gasperini*, 2003). Tale database contiene meccanismi tratti da cataloghi on-line (come il catalogo CMT dell'Università di Harvard, il catalogo dell'ETH di Zurigo e il catalogo RCMT dell'INGV) o dalla letteratura cartacea pubblicata. Tra tutti i meccanismi contenuti nel database sono stati selezionati quelli che ricadono all'interno delle zone sorgente di ZS9: si tratta di 1051 records relativi a terremoti avvenuti tra il 1905 ed il 2003, con

magnitudo M_w compresa tra 1.9 e 6.6. Utilizzando tutti i dati disponibili e avendo cura di scegliere il meccanismo più affidabile nel caso di soluzioni multiple per lo stesso evento. Il meccanismo medio ottenuto per le diverse zone è mostrato in Fig. 4.7.

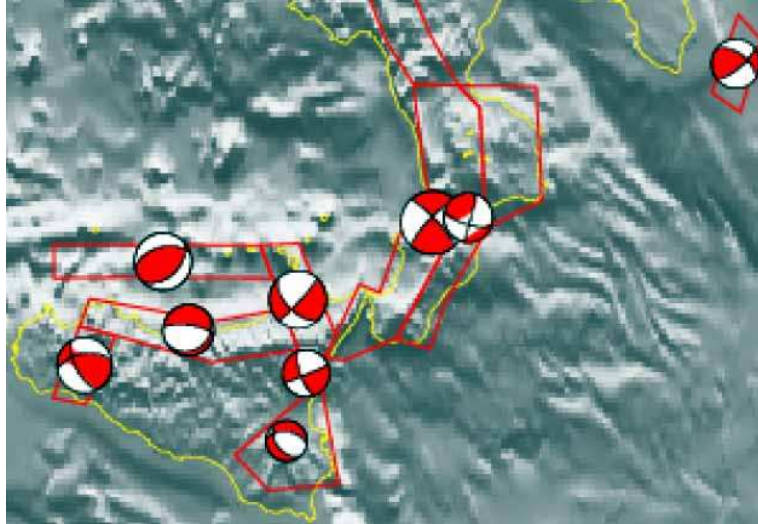


Fig. 4.7 – Meccanismi focali medi calcolati per le zone sismogenetiche di ZS9 a partire dal database pubblicato da Vannucci e Gasperini (2003). La dimensione dei simboli è proporzionale al logaritmo del momento sismico complessivo rilasciato all'interno delle singole zone.

Il territorio Calabrese nella vecchia zonazione sismogenetica (ZS4) era compresa nelle zone 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72. Tali aree, nella zonazione sismogenetica ZS9, sono state raggruppate in due nuove zone: 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. Un'altra importante novità inserita nella ZS9 è l'introduzione dello strato sismogenetico che è stato definito convenzionalmente come l'intervallo di profondità che ha generato il 90% degli eventi che ricadono all'interno di ogni zona. I limiti superiore e inferiore dello strato sismogenetico sono individuati alle profondità che includono un numero di eventi cumulato pari rispettivamente al 5% e al 95% del totale. La profondità alla quale avviene la maggior parte degli eventi è stata identificata con la moda principale della distribuzione di frequenza degli eventi. Per tener conto di tutte le incertezze e del fatto che un valore unico di profondità può non essere rappresentativo dell'intero strato

sismogenetico, viene proposta la seguente suddivisione delle profondità efficaci nelle seguenti 4 classi di profondità: 1-5 km, 5-8 km, 8-12 km, 12-20 km. Ad ogni zona è stata dunque associata una classe di profondità in base al valore che assume la profondità efficace corrispondente. La classe di profondità rappresenta dunque la maggior parte degli eventi, considerando anche gli errori associati, e contiene al suo interno il valore di profondità efficace. La tabella seguente mostra i valori ottenuti per le zone 929 e 930 che caratterizzano il territorio della Regione Calabria.

Zona	Numero di eventi Md>2.0	Numero di eventi Md>2.5	Numero di eventi Md>3.0	Magnitudo Massima (Md)	Classe di profondità (Km)	Profondità efficace (Km)
929	522	294	73	3.9	8-12	10
930	193	128	41	4.3	8-12	10

Un'altra importante novità è la determinazione del meccanismo di fagliazione prevalente da associare alle diverse zone sismogenetiche. Con questo termine si intende quello che ha la massima probabilità di caratterizzare i futuri terremoti significativi. Concordemente alla classificazione utilizzata da Sadigh et al. (1997) tale meccanismo è stato espresso secondo tre tipologie: "Diretto", "Inverso", "Trascorrente (destro e sinistro)". A tali categorie va aggiunta la tipologia "Indeterminato" per i casi in cui l'insieme dei dati non è sufficiente per una determinazione univoca. L'assegnazione della tipologia è stata effettuata in funzione dell'angolo di rake sulla base del seguente criterio:

Meccanismo prevalente		Angolo di rake
Diretto		>225 (-135), <315 (-45)
Inverso		>45, <135
Trascorrente	sinistro	<45, >315 (-45)
	destro	>135, <225 (-135)

I dati utilizzati per l'assegnazione del meccanismo prevalente appartengono a due categorie principali: meccanismi focali di terremoti significativi dell'epoca strumentale tratti dal database EMMA; dati geologici a varie scale, incluse alcune misure di stress in situ (Montone et al., 1999), dati di sottosuolo e stime sulla cinematica delle principali faglie attive (database DISS 2.0). Per quanto riguarda le zone 929 e 930 si hanno rispettivamente i seguenti meccanismi di fagliazione: normale; indeterminato. Di seguito viene riportato l'elenco dei terremoti di Intensità epicentrale (I0) maggiore di 5-6 MCS contenuti nel Catalogo Parametri dei Terremoti Italiani CPTI04 relativi alle zone sismogenetiche 929 e 930.

Piano Strutturale Comunale (P.S.C.) - Comune di Gasperina
Sismicità del territorio comunale di Gasperina
Nota Illustrativa alla Carta di microzonazione sismica locale (Tav. la Geo04.2)

N	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Rt	Imx	Io	Lat	Lon	Maw	ZS9
6	-91						Reggio Calabria?	CFTI	95	95	38,100	15,650	6,30	929
9	17						Reggio C.-Sicilia	CFTI	85	85	37,800	15,200	5,14	929
16	374						Reggio Calabria	CFTI	95	95	38,100	15,650	6,30	929
22	853	8	31				Messina	CFTI	95	95	38,180	15,550	6,30	929
23	951						Rossano	CFTI	90	90	39,570	16,630	6,00	930
40	1184	5	24				Valle del Crati	CFTI	90	90	39,430	16,250	6,00	929
49	1230	4	5				REGGIO CALABRIA	DOM	55	55	38,108	15,647	4,63	929
77	1310						VILLA S.GIOVANNI	POS85		70	38,250	15,667	5,17	929
147	1448						MESSINA	POS85		60	38,250	15,500	4,83	929
187	1494	5	29	2	15		Messina	CFTI	80	70	38,180	15,550	5,17	929
193	1499	11	9				MESSINA	DOM	75	75	38,187	15,549	5,37	929
208	1509	2	25	22	20		Calabria meridionale	CFTI	90	80	38,100	15,680	5,57	929
214	1513	8	25	8			MESSINA	POS85		60	38,167	15,500	4,83	929
246	1549	5	31				VILLA S.GIOVANNI	POS85		60	38,250	15,667	4,83	929
251	1556	11	17				COSENZA	DOM	70	70	39,303	16,251	5,17	929
294	1599	8					MESSINA	DOM	70	70	38,147	15,598	5,17	929
299	1601	8	10	7			VILLA S.GIOVANNI	POS85		60	38,250	15,667	4,83	929
305	1609	7	20				NICASTRO	DOM	80	80	38,968	16,353	5,57	929
316	1619	1	5				CALABRIA	POS85		70	39,000	16,500	5,17	929
319	1621	8	9				CALABRIA	DOM		70	39,417	16,083	5,17	929
327	1626	4	4	12	45		Girifalco	CFTI	100	90	38,820	16,420	6,08	929
340	1635	8	12				MESSINA	DOM	65	65	38,187	15,549	5,03	929
341	1638	3	27	15	5		Calabria	CFTI	110	110	39,030	16,280	7,00	929
342	1638	6	8	9	45		Crotone	CFTI	100	95	39,280	16,820	6,60	930
354	1649	1					MESSINA	DOM	65	65	38,187	15,549	5,03	929
361	1659	11	5	22	15		Calabria centrale	CFTI	100	100	38,700	16,250	6,50	929
391	1687	10	2				TROPEA	DOM	70	70	38,674	15,898	5,17	929
443	1706	3	19				REGGIO CALABRIA	DOM	55	55	38,204	15,640	4,63	929
447	1707	3	3				CALABRIA	POS85		70	38,500	16,250	5,17	930
453	1712	7	16				CALABRIA MER.	DOM	55	55	38,203	16,032	4,65	929
458	1715	2	21				REGGIO CALABRIA	DOM	55	55	38,234	15,812	4,68	929
474	1720	9	12				GERACE	DOM	65	65	38,229	15,885	5,03	930
479	1724	8	3	21	30		VILLA S.GIOVANNI	POS85		70	38,250	15,667	5,17	929
490	1728	5					NICASTRO	POS85		60	39,000	16,250	4,83	929
502	1732	3	28				CASTROREALE	DOM	55	55	38,170	15,333	4,63	929
506	1735	9	6				VIBO VALENTIA	DOM	60	60	38,677	16,129	4,83	929
522	1743	12	7				CALABRIA MERID.	DOM	75	75	38,580	16,139	5,79	929
529	1747	9					VILLA S.GIOVANNI	POS85		60	38,167	15,667	4,83	929
573	1767	7	14	1	5		Cosentino	CFTI	85	85	39,380	16,280	5,83	929
577	1770	6	8				REGGIO CALABRIA	DOM	65	65	38,108	15,647	5,03	929
598	1777	6	6	16	15		CALABRIA	DOM	60	75	38,981	15,616	5,53	929
611	1780	3	28				MESSINA	DOM	60	60	38,187	15,549	4,83	929
626	1783	2	5	12			Calabria	CFTI	110	110	38,300	15,970	6,91	929
627	1783	2	6	0	20		Calabria meridionale	CFTI	95	85	38,220	15,630	5,94	929
628	1783	2	7	13	10		Calabria	CFTI	105	105	38,580	16,200	6,59	929
629	1783	3	1	1	40		Calabria centrale	CFTI	95	90	38,770	16,300	5,92	929
630	1783	3	28	18	55		Calabria	CFTI	110	100	38,780	16,470	6,94	929
633	1783	11	20	12	58		S.GREGORIO	POS85		70	38,600	16,100	5,17	929
635	1784	3	20	13	30		S.GREGORIO	POS85		70	38,600	16,100	5,17	929
637	1784	10	14				GERACE	DOM	70	70	38,293	16,210	5,09	930
639	1785	3	17	3	33		REGGIO CALABRIA	POS85		65	38,100	15,650	5,03	929
640	1785	4	13	6			S.GREGORIO	POS85		65	38,600	16,100	5,03	929
645	1786	2	23	7	40		S.GREGORIO	POS85		60	38,600	16,100	4,83	929
656	1787	9	19	22			MESSINA	POS85		65	38,183	15,550	5,03	929
664	1790	6					PLATI	POS85		60	38,167	16,000	4,83	929
668	1791	10	13	1	20		Calabria centrale	CFTI	90	90	38,630	16,270	5,92	929
735	1817	10	19	2	30		MESSINA	POS85		60	38,167	15,500	4,83	929
749	1821	8	2				CATANZARO	DOM	75	75	38,944	16,452	5,37	929
755	1824	12	11				ROSSANO	DOM	75	75	39,540	16,588	5,53	929
771	1828	3	12				PALMI	DOM	70	70	38,526	15,996	5,33	929
789	1831	4	9				STILO	POS85		65	38,500	16,500	5,03	930
797	1832	3	8	18	30		Crotone	CFTI	100	95	39,070	16,900	6,48	930
799	1832	4	12				FILADELFIA	POS85		60	38,767	16,267	4,83	929

Piano Strutturale Comunale (P.S.C.) - Comune di Gasperina
Sismicità del territorio comunale di Gasperina
Nota Illustrativa alla Carta di microzonazione sismica locale (Tav.1a Geo04.2)

N	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Rt	Imx	Io	Lat	Lon	Maw	ZS9
808	1835	10	12	22	35		Cosentino	CFTI	100	90	39,330	16,300	5,91	929
811	1836	4	25	0	20		Calabria settent.	CFTI	100	90	39,570	16,730	6,16	930
812	1836	5	4				REGGIO CALABRIA	POS85		70	38,100	15,650	5,17	929
829	1839	8	18	1			COSENZA	POS85		60	39,300	16,250	4,83	929
830	1839	8	27	11			REGGIO CALABRIA	POS85		60	38,100	15,650	4,83	929
831	1840	4	24	1	30		REGGIO CALABRIA	POS85		60	38,100	15,650	4,83	929
835	1841	3	20				REGGIO CALABRIA	POS85		70	38,100	15,650	5,17	929
838	1841	8	15	0	30		REGGIO CALABRIA	POS85		60	38,100	15,650	4,83	929
857	1846	9	11				ROSSANO	POS85		60	39,583	16,667	4,83	930
865	1848	10	7	3			REGGIO CALABRIA	POS85		60	38,100	15,650	4,83	929
875	1851	2	15				CATANZARO	POS85		55	38,900	16,600	4,63	929
876	1851	4	11	6			VILLA S.GIOVANNI	POS85		60	38,167	15,583	4,83	929
879	1852	1	23	7	3		REGGIO CALABRIA	POS85		70	38,100	15,650	5,17	929
881	1852	5	13	21	40		REGGIO CALABRIA	POS85		70	38,100	15,650	5,17	929
893	1854	2	12	17	50		Cosentino	CFTI	100	95	39,250	16,300	6,15	929
900	1855	9	20				COSENZA	POS85		70	39,300	16,250	5,17	929
964	1869	11	28				VIBO VALENTIA	DOM	65	65	38,690	16,221	5,03	929
970	1870	10	4	16	55		Cosentino	CFTI	100	95	39,220	16,330	6,16	929
972	1871	6	29	20	45		MALITO	POS85		65	39,150	16,233	5,03	929
979	1872	10	8	13	25		COSENZA	POS85		70	39,300	16,250	5,17	929
987	1873	9	11	9	3		COSENZA	POS85		70	39,300	16,250	5,17	929
1009	1876	9	13	23	1		REGGIO CALABRIA	POS85		70	38,100	15,650	5,17	929
1063	1881	4	23	4	12		PAOLA	POS85		60	39,367	16,050	4,83	929
1077	1882	3	10				BASSO IONIO	POS85		60	38,000	15,500	4,83	929
1087	1883	7	25	9	50		COSENZA	POS85		60	39,300	16,267	4,83	929
1096	1884	5	4	20	13		S.GREGORIO	POS85		60	38,600	16,100	4,83	929
1117	1886	3	6				COSENTINO	DOM	75	75	39,338	16,191	5,56	929
1136	1887	12	3	3	45		Calabria settent.	CFTI	90	80	39,570	16,220	5,52	929
1142	1889	1	10	19	10		TIRIOLO	POS85		60	38,950	16,517	4,83	929
1146	1889	5	29	9			FERRUZZANO	POS85		70	38,067	16,100	5,17	930
1153	1889	10	5	13	52		TROPEA	POS85		55	38,683	15,900	4,63	929
1216	1894	11	16	17	52		Calabria meridionale	CFTI	90	85	38,280	15,870	6,05	929
1224	1895	3	9	22	1		CASTANEA	POS85		55	38,283	15,567	4,63	929
1235	1895	7	26	17	44		OPPIDO	POS85		60	38,300	15,983	4,83	929
1240	1895	9	15	10	25		SERRA S.BRUNO	POS85		60	38,583	16,383	4,83	930
1246	1895	11	18	16	32		CASTANEA	POS85		55	38,267	15,550	4,63	929
1251	1896	4	1	7	18	34	S.EUFEMIA	POS85		60	38,267	15,883	4,83	929
1255	1896	9	17	14	51		BIANCO	POS85		60	38,100	16,150	4,83	930
1285	1897	12	6	3	15		LAGO AMPOLLINO	POS85		60	39,250	16,700	4,83	930
1293	1898	4	21	5	30		SOVERIA	POS85		60	39,100	16,400	4,83	929
1300	1898	8	12				ROMETTA	DOM	65	65	38,181	15,385	5,03	929
1346	1901	6	20	17	30		CATANZARO	POS85		60	38,900	16,600	4,83	929
1354	1901	12	13	0	9		S. GREGORIO	POS85		55	38,600	16,100	4,63	929
1420	1905	9	8	1	43	11	Calabria	CFTI	105	110	38,670	16,070	7,06	929
1463	1907	10	23	20	28	19	Calabria meridionale	CFTI	90	85	38,130	16,020	5,93	930
1472	1908	3	1	5	23		NICASTRO	DOM	50	55	39,128	16,313	4,81	929
1489	1908	11	5	16	50		FERRUZZANO	POS85		60	38,033	16,083	4,83	930
1495	1908	12	28	4	20	27	Calabria meridionale	CFTI	110	110	38,150	15,680	7,24	929
1506	1909	5	17	10	28	44	SAVELLI	POS85		60	39,300	16,800	4,83	930
1509	1909	7	1	6	24		CALABRO MESSINESE	DOM	80	80	38,147	15,598	5,55	929
1519	1909	11	20	12	50		VILLA S.GIOVANNI	POS85		70	38,167	15,583	5,17	929
1522	1909	12	8	23	45		CITTANOVA	POS85		55	38,367	16,083	4,63	929
1529	1910	3	31	19			CARAFFA	POS85		55	38,867	16,517	4,63	929
1535	1910	6	13	23	30		VILLA S.GIOVANNI	POS85		60	38,167	15,583	4,83	929
1539	1910	11	18	2	42	48	VILLA S.GIOVANNI	POS85		70	38,167	15,583	5,17	929
1540	1910	12	12	6	7	21	MILETO	POS85		55	38,600	16,033	4,63	929
1546	1911	3	11	3	29	15	VILLA S.GIOVANNI	POS85		60	38,167	15,583	4,83	929
1551	1911	6	18	16	59	38	VILLA S.GIOVANNI	POS85		60	38,167	15,583	4,83	929
1570	1912	11	7	14	12	31	FILADELFIA	POS85		55	38,800	16,267	4,63	929
1572	1912	12	22	8	5	3	VILLA S.GIOVANNI	POS85		70	38,167	15,583	5,23	929
1574	1913	1	5	7	56	35	ANTONIMINA	POS85		55	38,333	16,100	4,63	929
1579	1913	6	27	17			NICASTRO	POS85		60	38,983	16,267	4,83	929
1580	1913	6	28	2	47		VILLA S.GIOVANNI	POS85		55	38,167	15,583	4,63	929

Piano Strutturale Comunale (P.S.C.) - Comune di Gasperina
Sismicità del territorio comunale di Gasperina
Nota Illustrativa alla Carta di microzonazione sismica locale (Tav.1a Geo04.2)

N	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Rt	Imx	Io	Lat	Lon	Maw	ZS9
1581	1913	6	28	8	53	2	Calabria settentrion	CFTI	85	80	39,530	16,230	5,65	929
1619	1915	9	11	8	25		REGGIO CALABRIA	POS85		60	38,100	15,700	4,83	929
1652	1917	6	12	18	44		MARIONIO	DOM	50		39,662	16,877	5,50	930
1679	1918	11	24	13	38		TRENTA	DOM	60	60	39,283	16,321	4,83	929
1680	1918	12	3	10	42		MILETO	POS85		55	38,600	16,050	4,63	929
1682	1919	3	18	14	17		VILLA S.GIOVANNI	POS85		55	38,167	15,583	4,63	929
1699	1920	1	27	4	38		COSENZA	POS85		60	39,300	16,300	4,83	929
1718	1921	6	19	12	52	40	OPPIDO	POS85		60	38,300	16,000	4,83	929
1741	1923	8	16	12	50		VILLA S.GIOVANNI	POS85		55	38,200	15,600	4,63	929
1804	1928	3	7	10	55		CAPO VATICANO	DOM	80	75	38,544	16,037	5,90	929
1813	1928	9	3	1	40		CIRO' MARINA	POS85		55	39,400	17,100	4,63	930
1816	1929	1	6	14	13	40	SQUILLACE	POS85		60	38,800	16,500	4,83	930
1819	1929	2	22	8	17		VILLA S.GIOVANNI	POS85		55	38,200	15,600	4,63	929
1835	1930	5	6	20	48		CAULONIA	POS85		55	38,400	16,400	4,63	930
1846	1930	10	9	4	33	40	ALTO IONIO	POS85		60	39,100	17,300	5,00	930
1871	1932	1	2	23	36		CROTONESE	DOM	60	65	39,096	16,958	5,62	930
1874	1932	5	22	17	1		MESSINA	DOM	50	50	37,907	15,456	5,15	929
1879	1933	2	4	1	4		S.LEONARDO	POS85		55	39,000	17,000	4,63	930
1898	1934	11	9	23	9	19	SPEZZANO	POS85		65	39,283	16,333	5,03	929
1913	1936	4	7	5	41		VIBO VALENTIA	POS85		55	38,717	16,200	4,70	929
1958	1940	4	26	7	49		POLISTENA	DOM	55	55	38,507	16,072	4,91	929
1972	1941	5	28				S.EUFEMIA	POS85		60	38,267	15,867	4,83	929
1999	1946	3	15	7	2		VILLA S.GIOVANNI	POS85		60	38,200	15,600	4,83	929
2007	1947	5	11	6	32	15	Calabria centrale	CFTI	90	80	38,650	16,520	5,71	930
2008	1947	6	29	20	20		COSENZA	POS85		60	39,300	16,250	4,83	929
2019	1948	8	2	19	25		SOVERIA	POS85		60	39,100	16,400	4,83	929
2039	1949	12	9	13	45		REGGIO CALABRIA	POS85		60	38,117	15,583	4,83	929
2045	1950	4	10	3	55		MESSINA	POS85		70	38,183	15,550	5,17	929
2052	1950	12	9	14	45	38	BASSO IONIO	POS85		60	38,000	15,483	4,83	929
2069	1953	2	25	0	7	46	VIBO VALENTIA	POS85		55	38,700	16,100	4,63	929
2090	1955	7	23	21	5		S.DEMETRIO	POS85		60	39,583	16,417	4,83	929
2126	1958	7	13	20	48		SERSALE	POS85		60	39,083	16,800	4,83	930
2129	1958	10	27	10	9		PIANOPOLI	POS85		65	38,983	16,433	5,03	929
2160	1961	3	24	10	36		ASPRMONTE	DOM	55	55	38,175	15,654	4,63	929
2199	1963	11	12	8	22	33	LUZZI	POS85		55	39,500	16,317	4,63	929
2216	1965	10	1	18	38	30	ROGLIANO	POS85		55	39,250	16,250	4,63	929
2235	1967	9	7	14	9	2	TAORMINA	POS85		55	37,900	15,300	4,80	929
2257	1968	7	17	19	11	10	VIBO VALENTIA	POS85		55	38,700	16,200	4,63	929
2283	1970	6	29	14	22	52	ISOLA CAPO RIZZUTO	POS85			39,000	17,100	4,90	930
2319	1973	4	13	8	12	57	SCANDALE	POS85		60	39,100	16,983	4,89	930
2340	1974	4	21	4	0	2	ALTO IONIO	POS85		60	39,017	17,300	4,69	930
2352	1975	1	16	0	9	45	Stretto di Messina	CFTI	75	75	38,120	15,650	5,38	929
2384	1978	3	11	19	20	44	Calabria meridionale	CFTI	80	80	37,967	16,183	5,36	930
2416	1980	12	9	5	50	11	VIBO VALENTIA	POS85			38,733	16,167	4,90	929
2507	1996	4	27	0	38	27	COSENTINO	BMING	70	65	39,575	16,391	4,81	929
2545	2002	4	17	6	42	55	COSTA CALABRA OR.	OFTEP			39,684	16,880	4,92	930

Ad ulteriore conferma dell'elevato grado di sismicità 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 Fig. 4.8 e la Carta della Sismicità in Italia relativa agli anni 2000-2007 Fig. 4.9 tratte dal Catalogo Sismico Italiano CSI disponibile on-line sul sito dell'INGV.

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

INGV - Centro Nazionale Terremoti

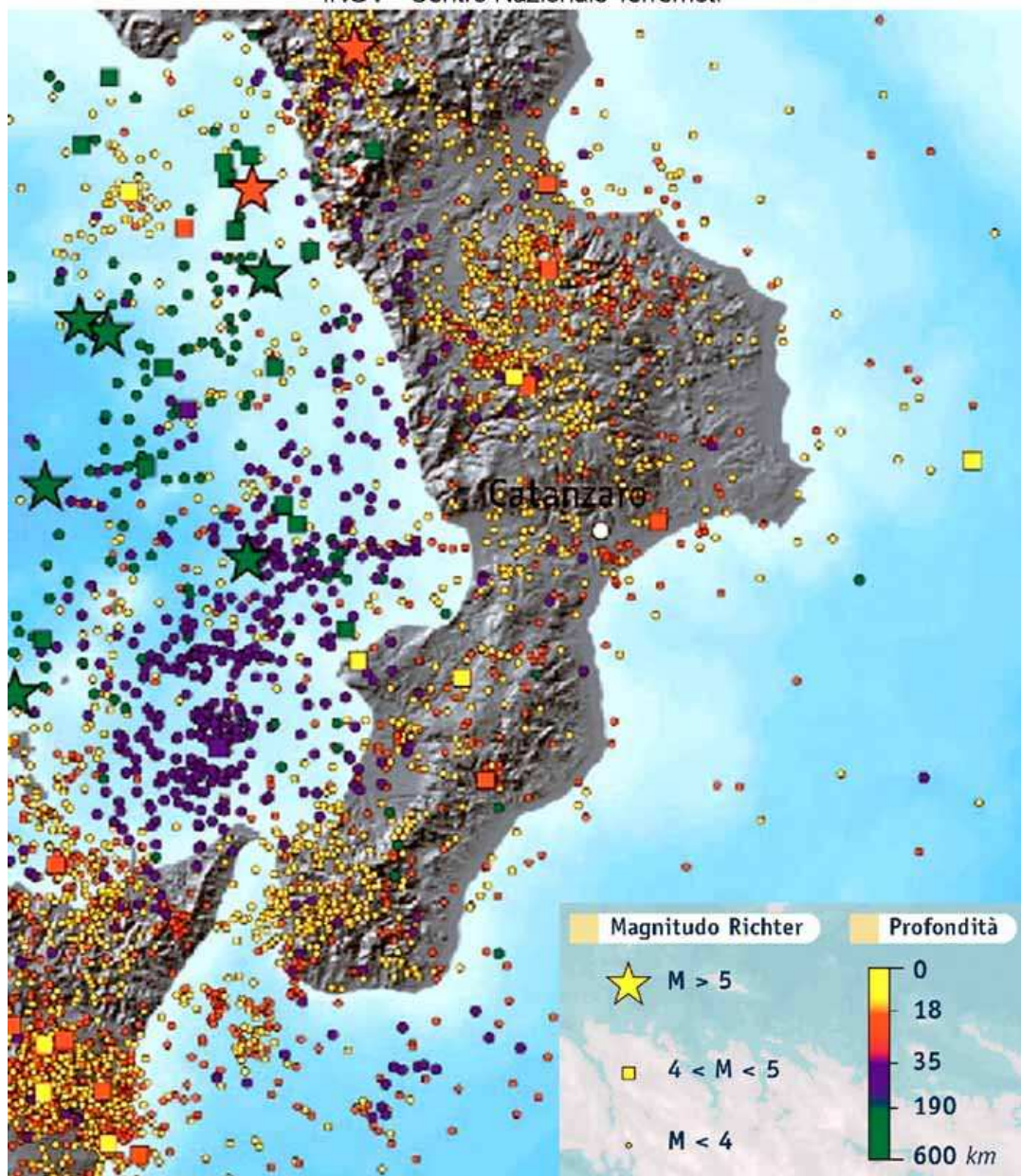


Fig. 4.8 – Stralcio relativo alla Calabria della Carta della Sismicità in Italia (1981-2002) redatta dal Centro Nazionale Terremoti dell'INGV.

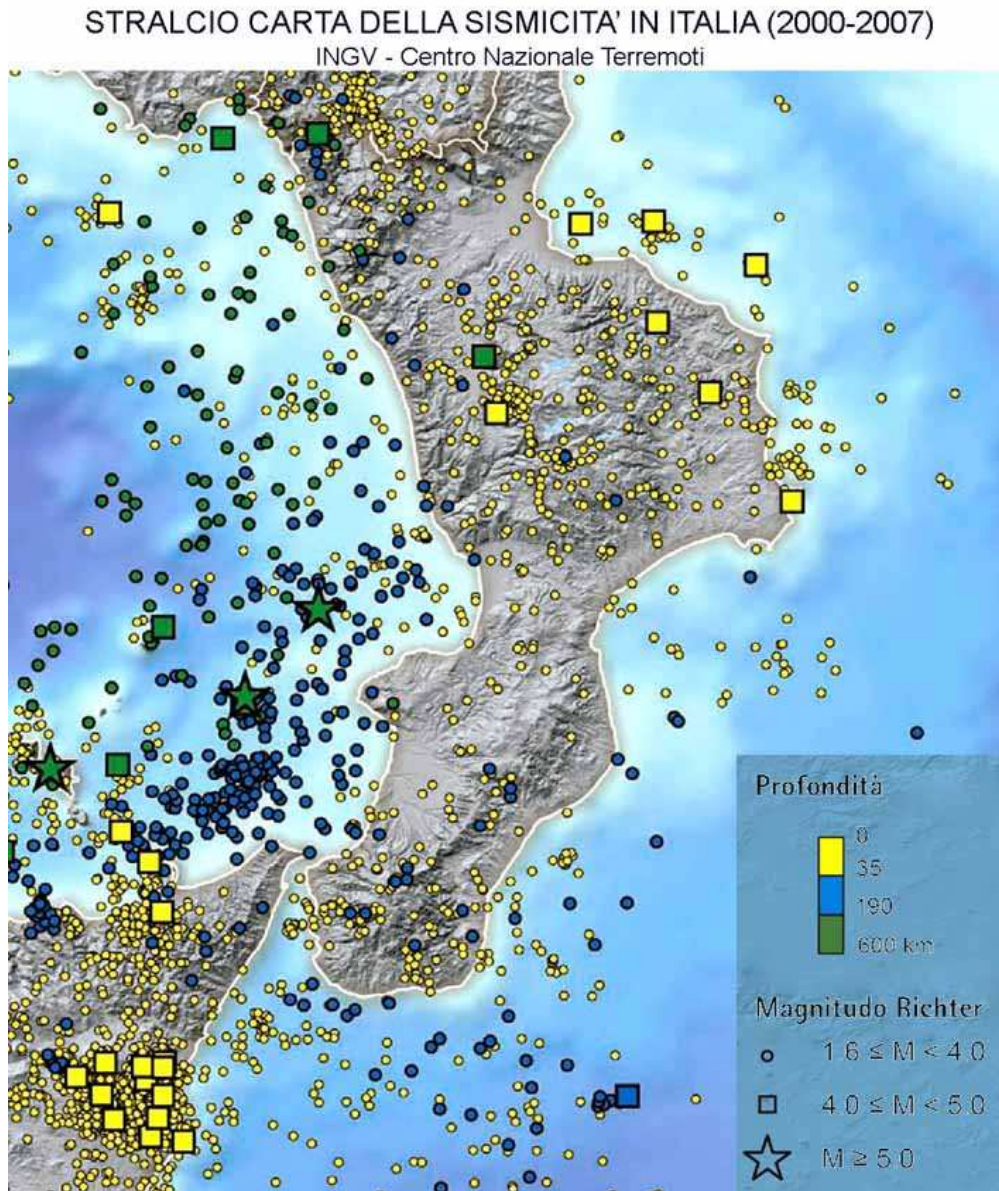


Fig. 4.9 – Stralcio relativo alla Calabria della Carta della Sismicità in Italia (2000-2007) redatta dal Centro Nazionale Terremoti dell'INGV.

Il territorio del Comune di Gasperina (CZ), oggetto del presente studio, ricade all'interno della zona sismogenetica 930. Il territorio è stato soggetto, come tutti i comuni della Calabria a diverse crisi sismiche che hanno prodotto danni e vittime. I dati di sintesi dei terremoti che hanno interessato il territorio comunale di Gasperina, sono stati ricavati dal *Database Macrosismico Italiano DBMI04* redatto dall'INGV ed utilizzato per la compilazione del CPTI04. Dalla ricerca effettuata nel DBMI04 si evince che il Comune di Gasperina dall'anno 1000 ad oggi è stato soggetto a 8 eventi sismici *fig. 4.10* che hanno determinato danni alle persone e/o cose.

INGV - Database Macrosismico Italiano DBMI04 Area epicentrale Calabria - Studio CFTI (BOA997)

Storia sismica di Gasperina (CZ) [38.739, 16.508]

Osservazioni disponibili: 8

Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Io	Mw	Rt	Rt1
6	1783	02	05	12			Calabria	11	6.91	CFTI	BOA997
6	1783	02	07	13	10		Calabria	10-11	6.59	CFTI	BOA997
9-10	1783	03	28	18	55		Calabria	10	6.94	CFTI	BOA997
6-7	1905	09	08	01	43	11	Calabria	11	7.06	CFTI	BOA997
4-5	1907	10	23	20	28	19	Calabria meridionale	8-9	5.93	CFTI	BOA997
NF	1908	03	01	05	23		NICASTRO	5-6	4.81	DOM	GDTSP
5	1908	12	28	04	20	27	Calabria meridionale	11	7.24	CFTI	BOA997
8	1947	05	11	06	32	15	Calabria centrale	8	5.71	CFTI	BOA997

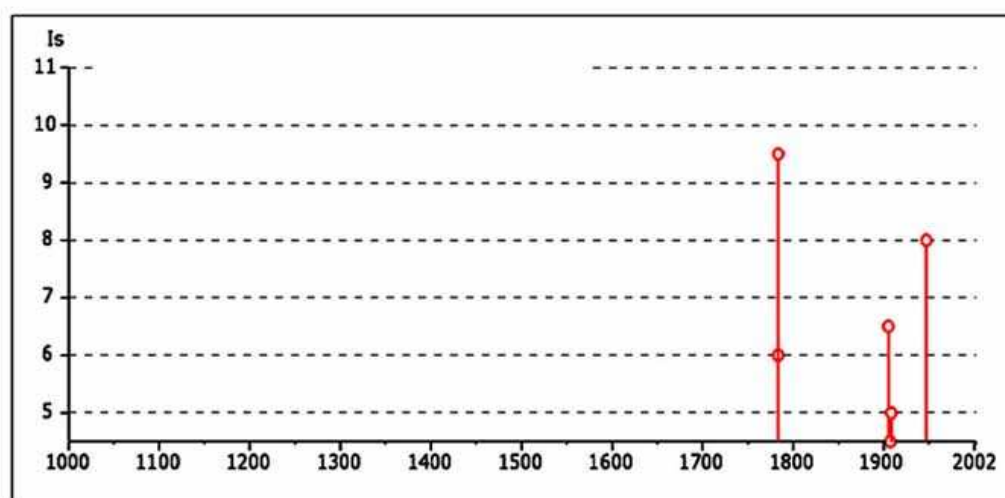


Fig. 4.10 – Storia sismica del Comune di Gasperina tratta dal Database Macrosismico Italiano DBMI044 redatto dall'INGV.

La scheda riporta la data del sisma (anno, mese, giorno, ora, minuto, secondo), l'intensità epicentrale I_o (x10 MCS), l'intensità del terremoto I_s (x10 MCS) avvertita nel Comune, la zona epicentrale, la magnitudo momento M_w , ricavata sulla base di osservazioni macrosismiche. Per gli 8 eventi sismici di seguito si riporta la localizzazione e gli effetti di risentimento I_s (MCS) negli altri comuni della Calabria *fig. 4.11*.

L'interpolazione delle intensità relative agli epicentri dei sismi registrati nel Catalogo per il territorio italiano, effettuata dall'INGV, ha consentito la produzione di una carta delle isosisme (*Carta della Massima Intensità Macrosismica Risentita in Italia*, di cui si riporta uno stralcio. In tale carta si evince che il territorio del Comune di Gasperina rientra all'interno dell'isosista corrispondente al IX grado della scala M.C.S. *fig. 4.12*.

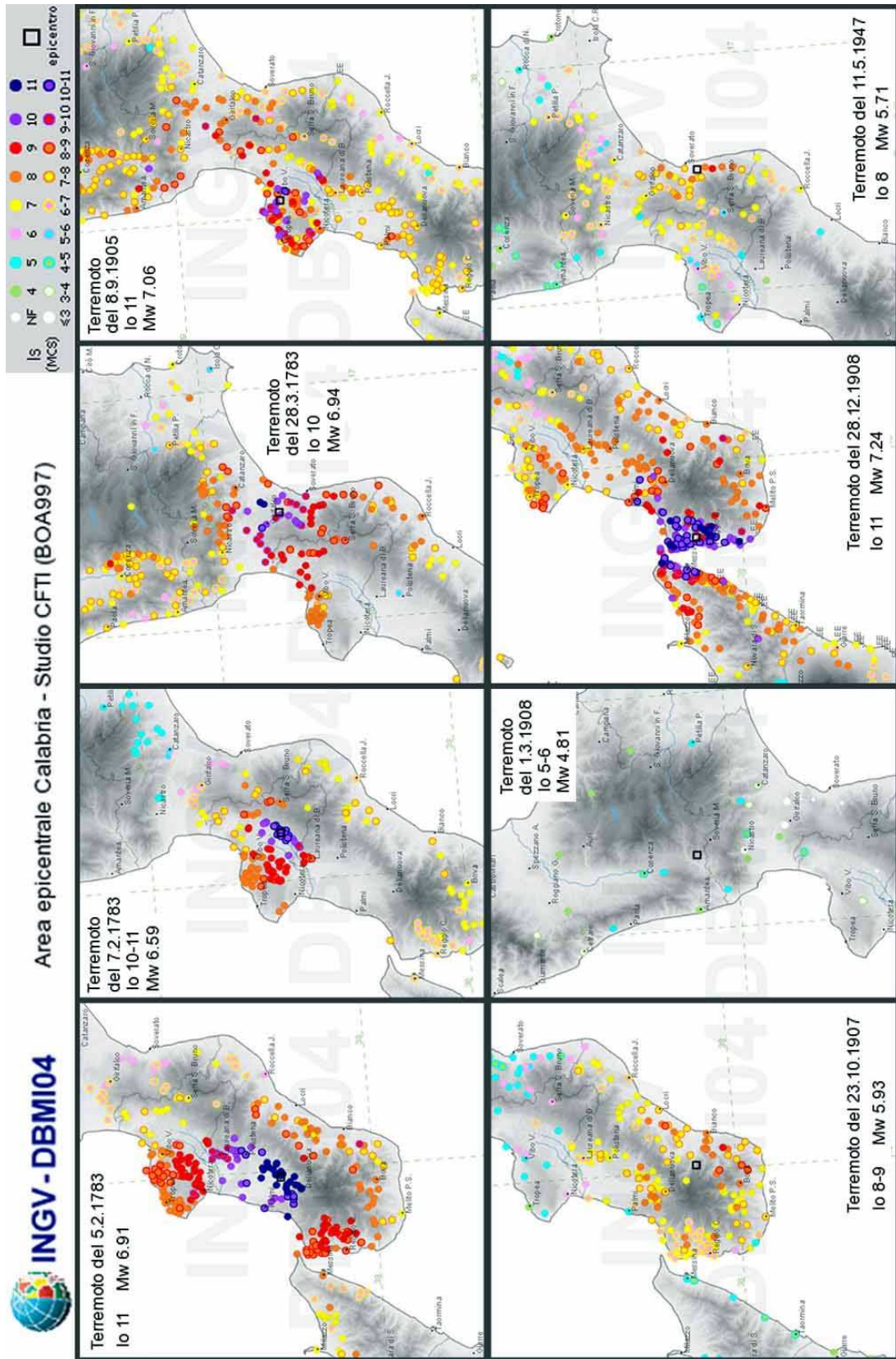


Fig. 4.11 – Terremoti che hanno interessato il Comune di Gasperina tratta dal Database Macrosismico Italiano DBMI044 redatto dall'INGV.

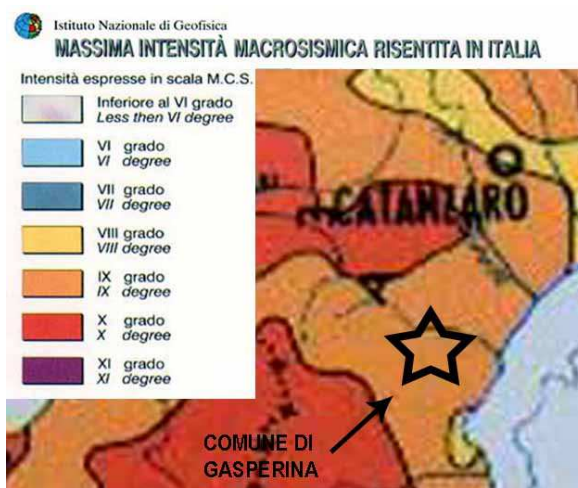


Fig. 4.12 – Massima Intensità Macrosismica risentita nel Comune di Gasperina (INGV).

Nel record afferente al Comune di Gasperina (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”* al territorio comunale vengono assegnati il seguente grado di sismicità ed intensità massima osservata:

Codice ISTAT	Regione	Provincia	Comune	Popolazione residente (1991)	Abitazioni (1991)	Grado di Sismicità	Data di classificazione	Indice di rischio	Intensità massima osservata (MCS)
18079056	CALABRIA	CATANZARO	GASPERINA	3059	1262	9	18/04/09	0,2829	≥ 10

Per la normativa antisismica, *O.P.C.M. del 12-06-1998 “Individuazione delle zone ad elevato rischio sismico del territorio nazionale”* è classificata come Zona sismica di seconda categoria **S=9** con **k=0,07**. Con l’*Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003 allegato 1* e successive modificazioni, viene riclassificato come **Zona sismica II** con **a_g=0,25**.

Nel *Rapporto Conclusivo* (aprile 2004) per la *Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica* prevista dall’*Ordinanza PCM n. 3274 del 20 marzo 2003 All. 1* il territorio di Gasperina, nell’ambito della nuova Zonazione Sismogenetica (ZS9), ricade nella zona sismogenetica denominata **ZS930**. La *Mappa della Pericolosità sismica del Territorio Nazionale* espressa in accelerazione massima del suolo (amax) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli molto rigidi (Vs>800 m/s), contenuta nel

Rapporto Conclusivo (aprile 2004) per la Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica prevista dall'Ordinanza PCM n. 3274 del 20 marzo 2003 All. 1. e resa esecutiva con 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 il territorio comunale di Gasperina ricadente nelle fasce di accelerazione massima: $0,200 < a_{max} < 0,225$ e $0,225 < a_{max} < 0,250$.

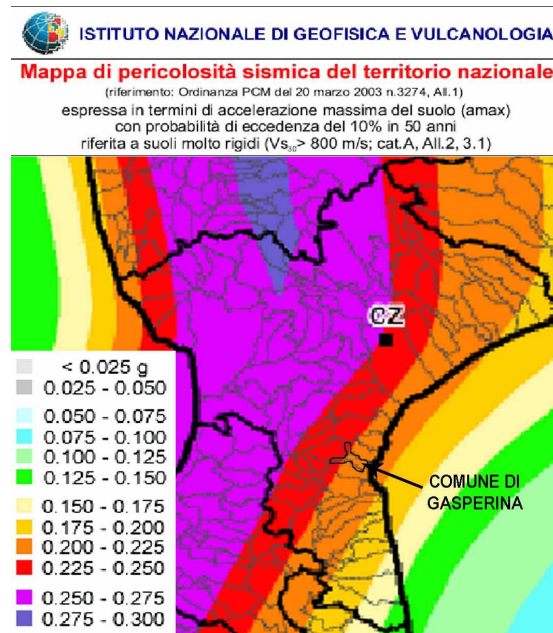


Fig. 4.13 – Stralcio Mappa della Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale.

Il D.M. del 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le costruzioni", nell'Allegato B: "Tabelle dei parametri che definiscono l'azione sismica", 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 (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), da utilizzare per definire l'azione sismica nei modi previsti dalle NTC. Il territorio comunale di Gasperina ricade all'interno della griglia definita dai seguenti punti: **42115, 42116, 42117, 42337, 42338, 42339, 42559, 42560, 42561**. I parametri che definiscono l'azione sismica, relativi ai punti della griglia, sono i seguenti:

Piano Strutturale Comunale (P.S.C.) - Comune di Gasperina
Sismicità del territorio comunale di Gasperina
Nota Illustrativa alla Carta di microzonazione sismica locale (Tav.1a Geo04.2)

ID	LON	LAT	ag30	Fo30	Tc30	ag50	Fo50	Tc50	ag72	Fo72	Tc72	ag101	Fo101	Tc101	ag140	Fo140	Tc140	ag201	Fo201	Tc201	ag475	Fo475	Tc475	ag975	Fo975	Tc975	ag2475	Fo2475	Tc2475
42115	16,437	38,795	0,654	2,310	0,280	0,866	2,290	0,310	1,044	2,300	0,320	1,243	2,310	0,330	1,458	2,340	0,330	1,726	2,360	0,340	2,506	2,420	0,370	3,336	2,470	0,390	4,680	2,510	0,440
42116	16,501	38,794	0,618	2,340	0,280	0,813	2,310	0,310	0,982	2,320	0,320	1,166	2,330	0,330	1,364	2,350	0,340	1,611	2,370	0,350	2,335	2,430	0,370	3,103	2,460	0,390	4,329	2,510	0,440
42117	16,565	38,792	0,584	2,350	0,280	0,767	2,320	0,310	0,926	2,330	0,320	1,095	2,340	0,330	1,280	2,350	0,340	1,512	2,370	0,350	2,188	2,430	0,370	2,912	2,450	0,390	4,062	2,490	0,430
42337	16,435	38,745	0,625	2,330	0,280	0,824	2,300	0,310	0,993	2,320	0,320	1,181	2,330	0,330	1,383	2,350	0,340	1,637	2,370	0,350	2,372	2,430	0,370	3,153	2,460	0,390	4,397	2,510	0,440
42338	16,499	38,744	0,590	2,350	0,280	0,775	2,320	0,310	0,936	2,330	0,320	1,108	2,340	0,330	1,296	2,350	0,340	1,531	2,370	0,350	2,217	2,420	0,370	2,949	2,450	0,390	4,104	2,500	0,440
42339	16,562	38,742	0,559	2,350	0,280	0,730	2,330	0,310	0,879	2,350	0,320	1,038	2,360	0,330	1,213	2,370	0,340	1,434	2,370	0,350	2,083	2,420	0,370	2,776	2,430	0,390	3,866	2,480	0,430
42559	16,432	38,695	0,600	2,350	0,280	0,790	2,320	0,310	0,955	2,330	0,320	1,132	2,340	0,330	1,325	2,350	0,340	1,565	2,370	0,350	2,270	2,420	0,370	3,013	2,460	0,390	4,190	2,500	0,440
42560	16,496	38,694	0,568	2,350	0,280	0,743	2,330	0,310	0,895	2,340	0,320	1,058	2,360	0,330	1,237	2,360	0,340	1,463	2,370	0,350	2,126	2,420	0,370	2,830	2,430	0,390	3,944	2,480	0,430
42561	16,560	38,692	0,534	2,350	0,280	0,695	2,350	0,310	0,834	2,370	0,320	0,986	2,370	0,330	1,154	2,370	0,340	1,364	2,380	0,350	1,979	2,420	0,370	2,641	2,430	0,390	3,662	2,480	0,430

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_{s30} > 800$ m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". Ciò comporta delle non trascurabili differenze nel calcolo dell'accelerazione sismica di base rispetto alle precedenti normative. Pertanto, secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 14 gennaio 2008, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (riportato nella tabella 1 nell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008 e per il territorio di Gasperina riassunti nella tabella precedente).

Per il calcolo dei parametri sismici (a_g , F_0 e T_c^*) in punti intermedi della griglia (approccio sito dipendente) si usa il criterio della media pesata con i quattro punti della griglia che contengono l'area in esame mediante la seguente formulazione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 P_i / d_i}{\sum_{i=1}^4 1 / d_i}$$

dove: p = valore del parametro di interesse nel punto in esame; p_i = valore del parametro di interesse nell' i -simo punto della maglia elementare contenente il punto in esame; d_i = distanza del punto in esame dall' i -esimo punto della maglia suddetta. I valori di p_i per i quattro nodi della griglia sono desumibili in Tabella 1, mentre i valori d_i devono essere calcolati misurando le distanze tra ognuno dei quattro nodi della griglia ed il sito di progetto. Dato che il territorio di Gasperina è compreso in una griglia di nove punti del reticolo nazionale, per agevolare la stima dei parametri sismici nel suddetto territorio, sono stati calcolati, con la formulazione precedente, 12 punti intermedi che circondano il territorio (**1a, 2a, 3a, 1b, 2b, 3b, 4b, 1c, 2c, 1d, 2d, 3d**). Tramite questi 12 punti ed il punto del reticolo nazionale n. **42338** tutti rappresentati nella Tav.la **Geo04.2** *Carta di microzonazione sismica locale*, con la formulazione precedente è possibile ricavare i parametri sismici di qualsiasi punto del territorio comunale prendendo i valori di p_i per i quattro nodi che circondano il sito e desumibili nella tabella seguente e misurando le distanze tra ognuno dei quattro nodi della griglia ed il sito di progetto *figura 4.14*.

Parametri sismici riferiti ai bedrock per il territorio di Gasperina - Punti reticolo nazionale e reticolo intermedio (D.M. 18/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni")

ID	Dist. in Km del punto P dai punti del ret. Naz.		ag30	ag31	ag32	ag50	Fo60	Tc50	ag72	Fo72	Tc72	ag101	Fo101	Tc101	ag140	Fo140	Tc140	ag201	Fo201	Tc201	ag475	Fo475	Tc475	ag975	Fo975	Tc975	ag2475	Fo2475	Tc2475		
	42115	42337																													
P1a	5,100	3,236	4,900	2,917	0,617	2,336	0,280	0,813	2,308	0,310	0,981	2,320	0,320	1,164	2,330	0,330	1,363	2,348	0,338	1,611	2,368	0,348	2,336	2,425	0,370	3,106	2,459	0,390	4,334	2,507	0,440
P2a	5,667	5,709	2,764	2,857	0,617	2,335	0,280	0,813	2,307	0,310	0,981	2,320	0,320	1,165	2,330	0,330	1,364	2,348	0,338	1,613	2,368	0,348	2,337	2,425	0,370	3,108	2,458	0,390	4,336	2,507	0,440
P3a	6,494	5,109	4,246	1,430	0,608	2,340	0,280	0,801	2,311	0,310	0,966	2,323	0,320	1,146	2,333	0,330	1,342	2,349	0,339	1,586	2,369	0,349	2,298	2,423	0,370	3,056	2,456	0,390	4,261	2,505	0,440

ID	Dist. in Km del punto P dai punti del ret. Naz.		ag30	ag31	ag32	ag50	Fo60	Tc50	ag72	Fo72	Tc72	ag101	Fo101	Tc101	ag140	Fo140	Tc140	ag201	Fo201	Tc201	ag475	Fo475	Tc475	ag975	Fo975	Tc975	ag2475	Fo2475	Tc2475		
	42116	42117																													
P1b	2,910	6,093	6,624	5,955	0,593	2,347	0,280	0,779	2,318	0,310	0,940	2,330	0,320	1,114	2,340	0,330	1,302	2,353	0,340	1,539	2,370	0,350	2,230	2,425	0,370	2,966	2,450	0,390	4,133	2,499	0,437
P2b	4,910	7,226	0,651	5,341	0,590	2,349	0,280	0,774	2,320	0,310	0,935	2,331	0,320	1,107	2,341	0,330	1,294	2,352	0,340	1,529	2,370	0,350	2,215	2,422	0,370	2,946	2,449	0,390	4,102	2,499	0,438
P3b	5,027	6,508	1,354	4,353	0,588	2,348	0,280	0,772	2,320	0,310	0,932	2,332	0,320	1,103	2,342	0,330	1,290	2,353	0,340	1,524	2,370	0,350	2,208	2,423	0,370	2,938	2,448	0,390	4,092	2,497	0,437
P4b	5,797	6,288	2,212	3,299	0,585	2,348	0,280	0,767	2,321	0,310	0,926	2,334	0,320	1,096	2,344	0,330	1,281	2,356	0,340	1,514	2,370	0,350	2,194	2,423	0,370	2,920	2,446	0,390	4,067	2,495	0,436

ID	Dist. in Km del punto P dai punti del ret. Naz.		ag30	ag31	ag32	ag50	Fo60	Tc50	ag72	Fo72	Tc72	ag101	Fo101	Tc101	ag140	Fo140	Tc140	ag201	Fo201	Tc201	ag475	Fo475	Tc475	ag975	Fo975	Tc975	ag2475	Fo2475	Tc2475		
	42337	42338																													
P1c	2,897	2,928	5,326	5,342	0,599	2,343	0,280	0,788	2,315	0,310	0,951	2,329	0,320	1,127	2,340	0,330	1,319	2,352	0,340	1,559	2,370	0,350	2,261	2,423	0,370	3,006	2,451	0,390	4,186	2,500	0,438
P2c	5,430	1,415	6,674	4,128	0,592	2,347	0,280	0,778	2,319	0,310	0,939	2,330	0,320	1,112	2,342	0,330	1,301	2,352	0,340	1,537	2,370	0,350	2,228	2,421	0,370	2,963	2,449	0,390	4,126	2,498	0,438

ID	Dist. in Km del punto P dai punti del ret. Naz.		ag30	ag31	ag32	ag50	Fo60	Tc50	ag72	Fo72	Tc72	ag101	Fo101	Tc101	ag140	Fo140	Tc140	ag201	Fo201	Tc201	ag475	Fo475	Tc475	ag975	Fo975	Tc975	ag2475	Fo2475	Tc2475		
	42338	42339																													
P1d	3,329	2,414	5,697	5,214	0,565	2,350	0,280	0,738	2,331	0,310	0,889	2,346	0,320	1,051	2,356	0,330	1,229	2,363	0,340	1,453	2,372	0,350	2,109	2,420	0,370	2,809	2,436	0,390	3,909	2,486	0,433
P2d	3,127	5,103	2,942	4,990	0,567	2,350	0,280	0,741	2,331	0,310	0,893	2,346	0,320	1,056	2,356	0,330	1,235	2,361	0,340	1,459	2,372	0,350	2,118	2,420	0,370	2,820	2,436	0,390	3,924	2,486	0,433
P3d	4,317	3,590	4,237	3,495	0,561	2,350	0,280	0,733	2,333	0,310	0,883	2,349	0,320	1,044	2,356	0,330	1,221	2,363	0,340	1,443	2,373	0,350	2,094	2,420	0,370	2,790	2,434	0,390	3,881	2,484	0,432

ID	LON	LAT	ag30	Fo30	Tc30	ag50	Fo60	Tc50	ag72	Fo72	Tc72	ag101	Fo101	Tc101	ag140	Fo140	Tc140	ag201	Fo201	Tc201	ag475	Fo475	Tc475	ag975	Fo975	Tc975	ag2475	Fo2475	Tc2475
42115	16,437	38,795	0,654	2,310	0,280	0,866	2,290	0,310	1,044	2,300	0,320	1,243	2,310	0,330	1,458	2,340	0,330	1,726	2,360	0,340	2,506	2,420	0,370	3,336	2,470	0,390	4,680	2,510	0,440
42116	16,501	38,794	0,618	2,340	0,280	0,813	2,310	0,310	0,982	2,320	0,320	1,166	2,330	0,330	1,364	2,350	0,340	1,611	2,370	0,350	2,335	2,430	0,370	3,103	2,460	0,390	4,329	2,510	0,440
42117	16,565	38,792	0,584	2,350	0,280	0,767	2,320	0,310	0,926	2,330	0,320	1,095	2,340	0,330	1,280	2,350	0,340	1,512	2,370	0,350	2,188	2,430	0,370	2,912	2,450	0,390	4,062	2,490	0,430
42337	16,435	38,745	0,625	2,330	0,280	0,824	2,300	0,310	0,993	2,320	0,320	1,181	2,330	0,330	1,383	2,350	0,340	1,637	2,370	0,350	2,372	2,430	0,370	3,153	2,460	0,390	4,397	2,510	0,440
42338	16,499	38,744	0,590	2,350	0,280	0,775	2,320	0,310	0,936	2,330	0,320	1,108	2,340	0,330	1,296	2,350	0,340	1,531	2,370	0,350	2,217	2,420	0,370	2,949	2,450	0,390	4,104	2,500	0,440
42339	16,562	38,742	0,559	2,350	0,280	0,730	2,330	0,310	0,879	2,350	0,320	1,038	2,360	0,330	1,213	2,370	0,340	1,434	2,370	0,350	2,083	2,420	0,370	2,776	2,430	0,390	3,866	2,480	0,430
42559	16,432	38,695	0,600	2,350	0,280	0,790	2,320	0,310	0,955	2,330	0,320	1,132	2,340	0,330	1,325	2,350	0,340	1,565	2,370	0,350	2,270	2,420	0,370	3,013	2,460	0,390	4,190	2,500	0,440
42560	16,496	38,694	0,568	2,350	0,280	0,743	2,330	0,310	0,895	2,340	0,320	1,058	2,360	0,330	1,237	2,360	0,340	1,463	2,370	0,350	2,126	2,420	0,370	2,830	2,430	0,390	3,944	2,480	0,430
42561	16,560	38,692	0,534	2,350	0,280	0,695	2,350	0,310	0,834	2,370	0,320	0,966	2,370	0,330	1,154	2,370	0,340	1,364	2,380	0,350	1,979	2,420	0,370	2,641	2,430	0,390	3,662	2,480	0,430

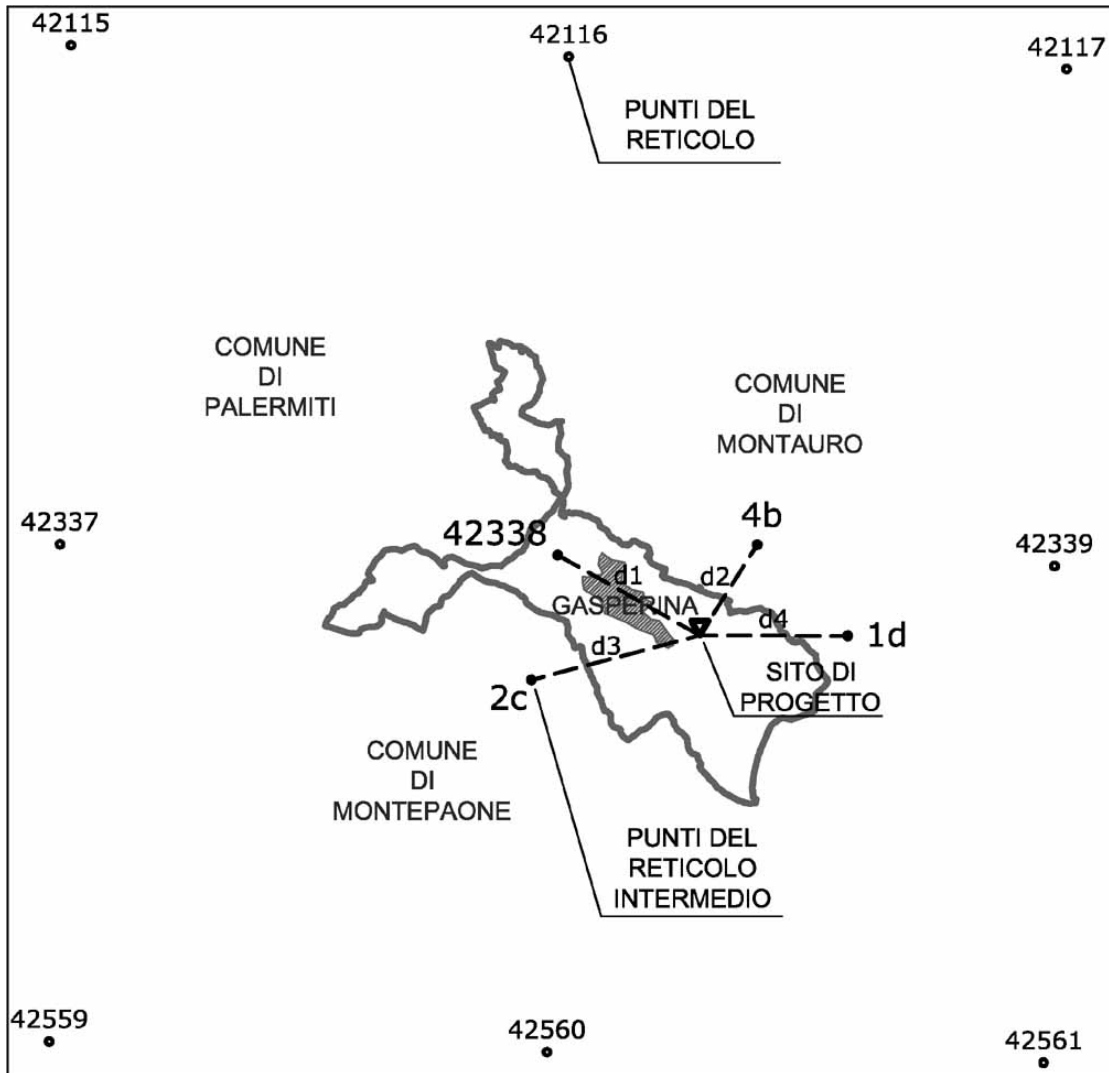


Fig. 4.14 – Rappresentazione grafica del metodo di calcolo dei parametri sismici in siti intermedi ai punti del reticolo nazionale.

Qualora il tempo di ritorno richiesto sia differente da uno dei 9 tempi di ritorno forniti in tabella, sarà possibile ricavare il valore del parametro di interesse mediante interpolazione tra i valori dei parametri corrispondenti ai due tempi di ritorno (dei nove forniti per ognuno dei nodi del reticolo) che comprendono il tempo di ritorno necessario, mediante la formula:

$$\log(P) = \log(P_1) + \log\left(\frac{P_2}{P_1}\right) * \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) * \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1}$$

in cui: **p** è il valore del parametro di interesse corrispondente al periodo di ritorno **T_R** desiderato; **T_R** è il periodo di ritorno desiderato, corrispondente alla vita di riferimento (**V_R**) ed alla probabilità di superamento nella vita di riferimento (**P_{VR}**) per lo stato limite considerato; **T_{R1}**, **T_{R2}** sono i periodi di ritorno più prossimi a **T_R** per i quali si dispone dei valori **p1** e **p2** del generico parametro **p**.

I valori dei parametri **a_g**, **F₀** e **T_c*** determinati sono relativi a situazioni geologiche corrispondenti ad un sito con assenza di effetti locali dei terreni, ovvero con presenza di substrato sismico (**V_{s30}**>800m/s) affiorante o subaffiorante ed in condizioni morfologiche pianeggianti.

Dato che nei terreni non sempre queste condizioni sono soddisfatte per la presenza di terreni di copertura con velocità delle onde sismiche minore di 800 m/s e/o di versanti e creste, nella Tav.la **Geo04.2 Carta di microzonazione sismica locale**, mediante la stima del parametro **V_{s30}** ricavato dalle indagini sismiche eseguite e dalla revisione critica delle indagini geognostiche e geofisiche raccolte. Quindi si è classificato il territorio stratigraficamente con le categoria di suolo di fondazione mediante (tabella 3.2.II, 3.2.III nel Cap 3.2 delle NTC); topograficamente con le classi di amplificazione topografica (tabelle 3.2.IV nel Cap 3.2 delle NTC).

Cap 3.2 delle NTC - Tabella 3.2.II Categorie di sottosuolo; 3.2.III Categorie aggiuntive di sottosuolo	
Classe	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (NSPT₃₀ > 50 nei terreni a grana grossa e cu₃₀ > 250 kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero con valori di 15 < NSPT₃₀ < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu₃₀ < 250 kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (NSPT₃₀ < 15 nei terreni a grana grossa e cu₃₀ < 70 kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m , posti sul substrato di riferimento (con V_s > 800 m/s).
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu₃₀ < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Cap 3.2 delle NTC - Tabella 3.2.IV Categorie topografiche	
Classe	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con lunghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con lunghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Pertanto, valutati i parametri spettrali ag, F0 e T*c per il sito di progetto (approccio “sito-dipendente”), eventualmente corretti per il calcolo del periodo di ritorno necessario, incrementati eventualmente per l’amplificazione stratigrafica e topografica (Cap. 3.2 del D.M.2008) e sulla base della classe d’uso della costruzione (Cap. 2.4 del D.M.2008), sarà possibile definire gli spettri orizzontali e verticali, necessari per la stima dell’azione sismica di progetto.

4.2. Suscettibilità alla liquefazione sismica dei terreni.

Il fenomeno della liquefazione dinamica si verifica in depositi di sabbie, limi e ghiaie a grana fine di età Olocenica o tardo Pleistocenica, con livello di falda posto a meno di 15 metri dal p.c. Tali depositi, a causa di elevate sollecitazioni sismiche, possono perdere, temporaneamente, resistenza e si comportano come un liquido viscoso, in conseguenza di un aumento della pressione neutra e di una riduzione della pressione efficace.

Le aree a maggior rischio liquefazione sono quelle associate a terreni sabbiosi e limosi a bassa plasticità e densità. I terreni con contenuto di fini (particelle $< 0,005$ mm di diametro) maggiore del 15%, generalmente, non sono considerati liquefacibili. Le unità geologiche ghiaiose tendono ad essere depositate in ambiente più turbolento rispetto a quello delle sabbie e limi e tendono ad essere abbastanza dense e generalmente più resistenti alla liquefazione.

Ciò nonostante, molti suoli ghiaiosi poco drenati e composti da ciottoli arrotondati e con vuoti riempiti da particelle fini sono vulnerabili a causa della pressione ciclica nei pori generata dai terremoti. In particolare alcuni terreni ghiaiosi sono vulnerabili alla liquefazione se interposti tra terreni che impediscono la rapida dissipazione della pressione dei pori indotta dal sisma. Se gli studi dimostrano che le ghiaie sono di età pre-olocenica (< 11.000 anni) esse possono considerarsi non suscettibili di liquefazione.

I suoli più suscettibili alla liquefazione sono quelli saturi o prossimi alla saturazione. In generale il rischio di liquefazione è più severo se la falda è prossima al piano campagna (meno di 3 metri), nelle aree in leggero pendio vicino ad una faccia libera (argine) o dove la profondità della fondazione andrà ad interessare uno strato potenzialmente liquefacibile poco profondo. Una stima qualitativa del rischio di liquefazione può essere fatta sulla base delle seguenti condizioni:

- Livello della falda posto a meno di 15 metri dal p.c.;
- Depositi Olocenici (sabbie, sabbie grossolane, sabbie fini, sabbie siltose e limo-sabbiose);
- Evidenze di antichi fenomeni di liquefazione;
- Attività sismica dell'area.

Nel grafico di *fig. 4.15* sugli assi sono riportati la profondità della falda dal p.c. (0-20 metri), l'età del deposito ed i campi di rischio di liquefazione. La classificazione comprende cinque classi di rischio. Dal grafico si evince che il rischio più elevato è attribuito ai depositi recenti con falda a meno di 3 metri dal p.c. Il rischio più basso compete ai depositi più antichi con falda posta a più di 15 metri dal p.c.

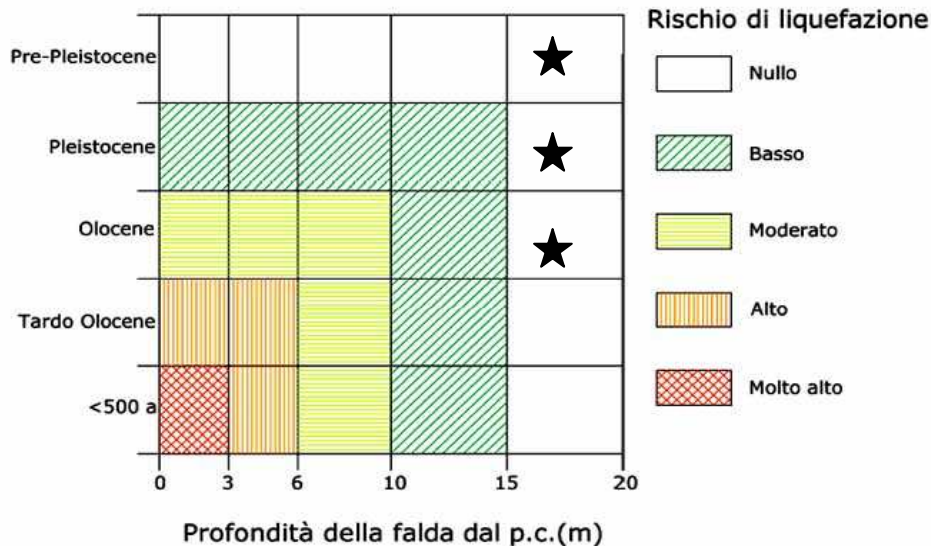


Fig. 4.15 – Rischio di liquefazione in funzione dell'età del deposito e della profondità della falda dal p.c. (Riga 2007). Con la stella sono contrassegnati i campi in cui ricadono i terreni del territorio di Gasperina.

Il D.M. del 14/01/2008 (N.T.C.), al punto 7.11.3.4.2, contiene le linee guida per valutare la suscettibilità alla liquefazione sismica dei terreni. Una valutazione semplificata di tale suscettibilità può essere ottenuta, con il diagramma di *fig. 4.16*.

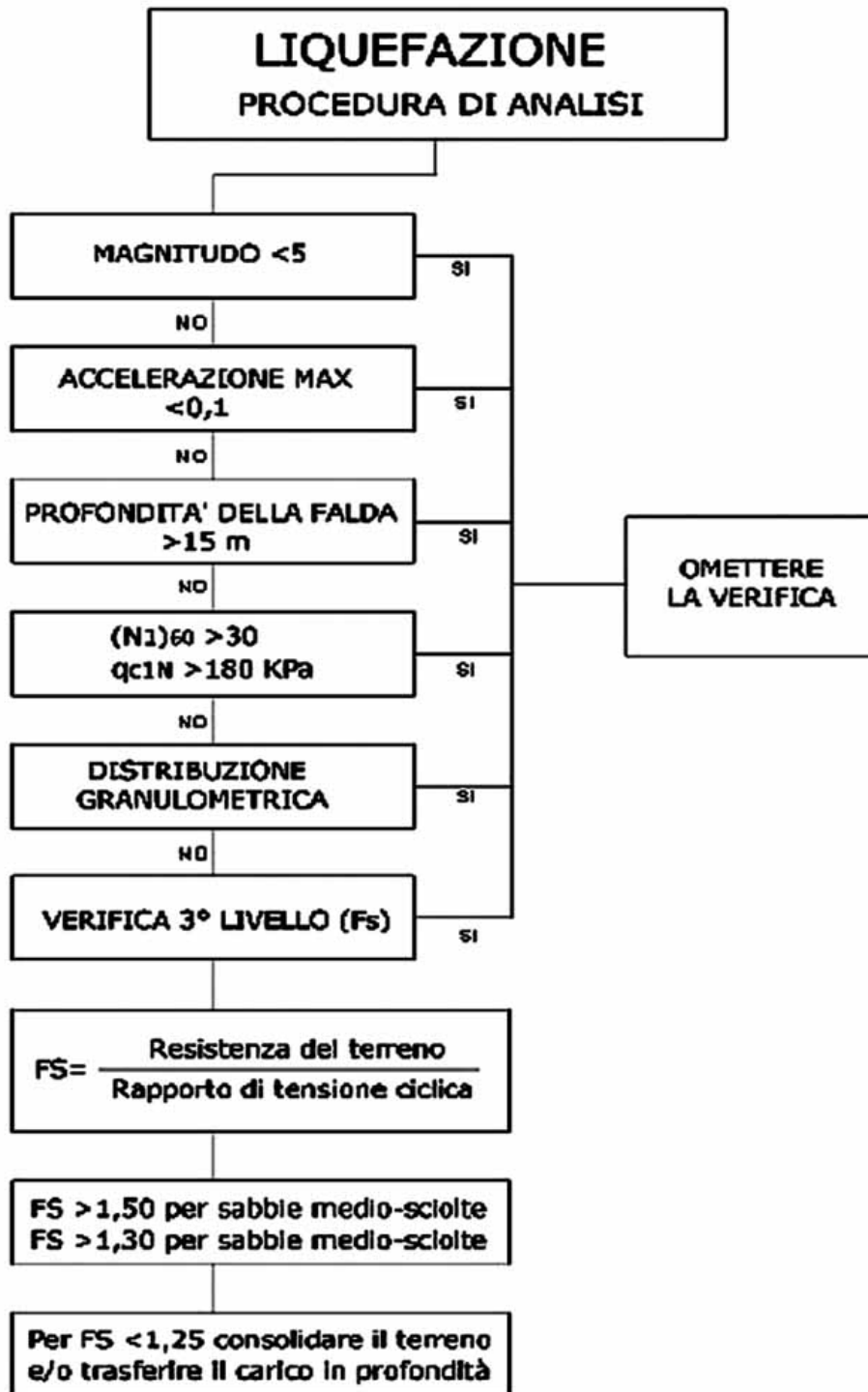


Fig. 4.16 – Diagramma per valutare la suscettibilità alla liquefazione secondo il D.M. 14/01/2009 (NTC).

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
- Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal p.c., per p. c. sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella *fig. 4.17* nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$;

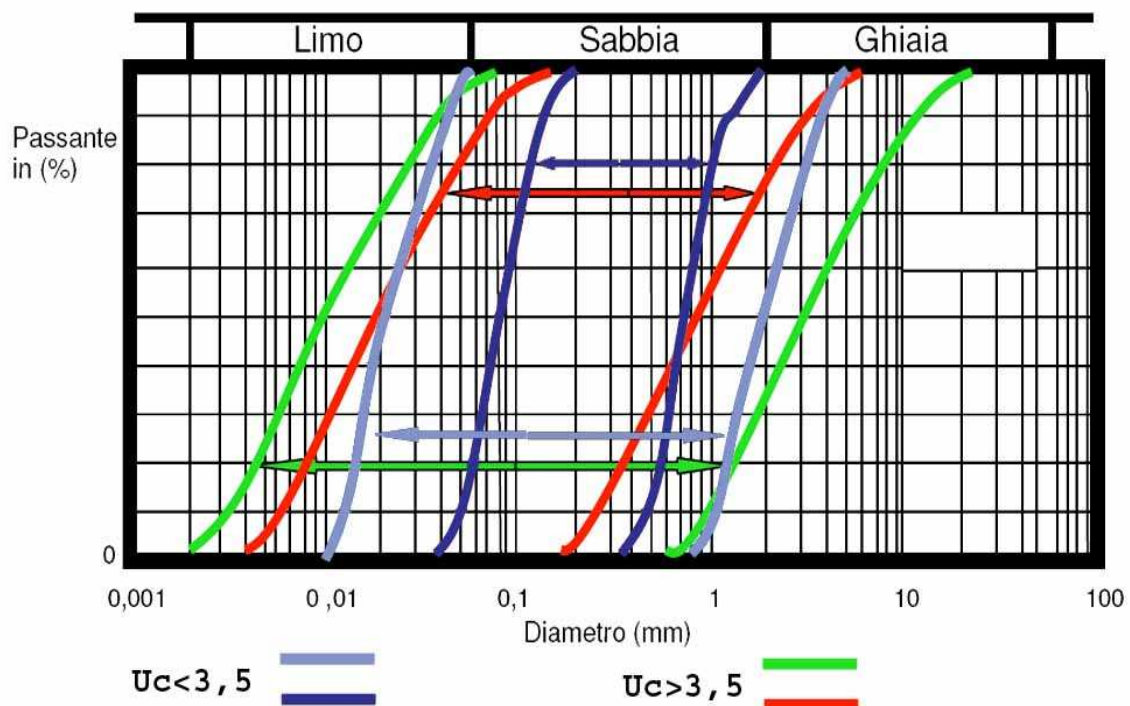


Fig. 4.17 – Fasce granulometriche critiche in funzione del coefficiente di uniformità U_c .

Per i terreni presenti nel territorio di Gasperina anche se sono presenti alcune caratteristiche predisponenti alla liquefazione come: Magnitudo attese maggiori di 5; Accelerazioni massime attese maggiori di 0,1g; Distribuzioni granulometriche a luoghi interne alle zone indicate in *fig. 4.17*; manca uno dei requisiti più importanti, cioè, la presenza della falda a profondità inferiore a 15 metri dal piano campagna. Quindi dai due schemi riguardante i siti suscettibili di liquefazione si può ragionevolmente presumere che il territorio di Gasperina presenta suscettibilità alla liquefazione da bassa a nulla.